REGIA BIBLIOTECA DELL' UNIVERSITÀ DI TORINO
II. Q. 181.

181

L'ART
DE NAVIGER

DEMONTRÉ PAR PRINCIPES,
& confirmé par plusieurs observations tirées
de l'experience.

A PARIS,

Chez ESTIENNE MICHALLET, ruë Saint Jacques,
à l'Image Saint Paul, proche la Fontaine Saint Severin.

M. DC. LXXVII.

AVEC PRIVILEGE DV ROY.

D. Ant. Bertil

A MONSEIGNEUR
MONSEIGNEUR
LE MARQVIS
DE SEIGNELAY
SECRETAIRE D'ESTAT.

MONSEIGNEVR,

Lorſque les Armées navales de ſa Majeſté remportent de ſi glorieuſes victoires, & lorſque par le ſoin que vous prenez de leur armement, elles ſont en eſtat de diſputer l'empire de la mer à l'Eſpagne, & à la Hollande jointes enſemble; je ne ſçaurois vous rien

offrir de plus agreable que l'Art de naviger, & je ne puis le presenter à personne avec plus de justice, qu'à vous. La gloire de l'Admirauté de la France, & le restablissement du commerce, sont les effets des sages conseils de Monseigneur vostre Pere, de sa diligence à executer les ordres du Roy, & de sa fidelité à bien employer les finances de ce Royaume. Le soin qu'il a pris d'élever tant d'Arsenaux, de bastir tant de Vaisseaux, de fortifier ou de rendre commodes les Ports, d'establir des Compagnies de commerce, de ranger les Mariniers sous divers ordres, & d'ordonner par tout des Escoles d'Hydrographie, pour former de bons Pilotes; fait que la France profite de l'avantage des deux mers, que sa situation luy donne; & oblige toutes les Nations d'avoüer qu'elle n'est pas moins glorieuse & triomphante sur la mer, qu'elle l'est sur la terre. On sçait, MONSEIGNEVR, que vostre inclination vous portoit à suivre ces belles maximes, & à soustenir cette reputation de nos armes sur mer, avant mesme que vostre Charge vous y engageast. Vous preniez un singulier plaisir à vous faire instruire de tout ce qui touchoit la Marine; vous visitiez les Arsenaux avec beaucoup d'exactitude, vous informant de leur economie; vous vouliez estre present, quand on jettoit les Vaisseaux, ou les Galeres en mer; vous preniez la peine de visiter les Escoles d'Hydrographie, & vous n'estimiez rien de petit, ou d'indigne de vos soins, qui pust servir à la perfection de cet Art. C'est ce que j'ay vû moy-mesme, lorsque vous vouluste bien, MONSEIGNEVR, me faire l'honneur de m'entendre dans l'Arsenal de Marseille; & nonobstant vos plus serieuses occupations, vous pristes la peine d'assister à une de mes leçons de Marine, pour marquer l'estime que vous faisiez de cette science, & pour la mettre en credit parmy les Officiers des Galeres. Mais depuis que sa Maiesté a fait choix de vostre personne, pour un des plus considerables employs de l'Estat, & qu'elle s'est reposée sur vous du soin des affaires de mer, on est obligé d'avoüer que vous en avez plus

fait, qu'on n'en pouvoit attendre d'une experience consommée. Tant de Vaisseaux équipez si promptement, tant d'armemens faits si à propos, tant de secours envoyez les uns sur les autres; tant d'ordres si bien donnez, sont des effets de vostre sage conduite, & des marques infaillibles de vostre grande capacité dans la science que je traitte. C'est ce qui me fait esperer, MONSEIGNEVR, que ce petit ouvrage ne vous déplaira pas, & que vous agréerez la liberté que je prens de vous le presenter, comme un témoignage du respect avec lequel ie suis

MONSEIGNEVR,

Vostre tres-humble, & tres-obeïssant serviteur,
CLAUDE FRANÇOIS MILLET DECHALES,
de la Compagnie de JESUS.

AVANT-PROPOS.

CE n'eſt pas ſans raiſon que l'Art de naviger a eſté toûjours en tres grande eſtime, qu'on a tâché dans ces deux derniers ſiecles de le porter à ſa plus grande perfection, & qu'on propoſe dans ce temps des recompenſes conſiderables, pour ceux qui y feront quelques nouvelles découvertes. En effet, ſi le commerce unit enſemble les pays les plus éloignez, en faiſant un ſeul peuple de toutes les Nations de la terre: ſi le trafic enrichit les lieux les plus ſteriles, & s'il éleve meſme les Etats les plus petits à une puiſſance, qui donne de la jalouſie à leurs voiſins; n'eſt-ce pas un ouvrage & un miracle de cet Art, qui, par le moyen de la bouſſole, nous conduit en haute mer avec autant d'aſſurance, que ſi nous voyions encore la terre. Ne ſemble-t-il pas auſſi que la Providence divine, ayant deſſein d'éclairer des lumieres de la Foy, les peuples les plus barbares, elle nous a découvert ce ſecret admirable renfermé dans la pierre d'aymant, pour nous ſervir de guide en traverſant les mers, & en allant preſcher l'Evangile juſques aux extremités du monde.

Cet Art ne regarde pas ſeulement les Pilotes & les Matelots: il eſt tres-neceſſaire aux perſonnes de qualité, qui ſont aſſez ſouvent employées à la conduite des Vaiſſeaux, & qui ne doivent pas expoſer leur honneur & leur vie à l'indiſcretion, ou à l'ignorance d'un Pilote. Comme on eſt obligé de recourir aux Aſtres, quand on cingle en haute mer; & de naviger par le Ciel, quand on perd la terre de veuë: on eſt auſſi contraint d'emprunter des principes de l'Aſtronomie, pluſieurs pratiques que la ſeule experience ne ſçauroit enſeigner. Les mépriſes ordinaires de pluſieurs Pilotes de la Mer Mediterranée, & leurs naufrages frequens montrent évidemment que ce n'eſt pas aſſez de ſçavoir pointer une Carte, & reconnoiſtre la terre: & qu'il ſeroit à ſouhaiter, que l'Ordonnance par laquelle cet office eſt erigé en maiſtriſe, fuſt univerſelle, & s'étendiſt generalement par tout.

Cette ſcience eſt renfermée dans des bornes fort étroites, & roule ſur quatre principes tres-faciles à entendre. Le premier eſt la route ou le rumb, que la bouſſole corrigée nous donne fort exactement: le ſecond eſt, l'eſtime du chemin que fait le Navire: le troiſiéme eſt, l'obſervation de la hauteur: & le quatriéme, la ligne que la bouſſole nous fait décrire. Or pour garder quelque methode, je diviſe ce traité en ſept Livres.

Dans le premier, j'explique d'abord les termes les plus ordinaires. Je donne enſuite les differentes grandeurs des Navires, & des parties principales qui les compoſent. Je propoſe auſſi pluſieurs queſtions generales, comme l'uſage des voiles, des rames, du gouvernail & des ancres: & enfin je remarque quelques proprietez, & quelques circonſtances de la Navigation qui ſe fait ſur les rivieres, & ſur les canaux.

Dans le ſecond Livre, je donne les principes de la ſphere, neceſſaires à la Navigation; & j'enſeigne la façon d'obſerver la hauteur des Aſtres avec les inſtrumens ordinaires, & avec d'autres dont on peut ſe ſervir utilement ſur mer.

Dans le troisiéme, je traite de la bousſole, c'eſt à dire tant des conditions qu'elle doit avoir pour eſtre bonne, que de ſon uſage, & des moyens d'en corriger la declinaiſon.

Dans le quatriéme, j'explique la nature, les proprietez, & l'uſage des lignes loxodromiques, c'eſt à dire le ſecret principal de cet Art, que peu de perſonnes comprennent; comme font voir pluſieurs pratiques qu'on debite pour bonnes, quoy qu'elles ſoient contraires aux regles d'une exacte Geometrie. J'y donne les Tables des loxodromies, la façon de les faire, & leur uſage tres-facile, en ſorte que par la ſeule addition & ſouſtraction, on pourra ſoudre tous les problemes nautiques, & ſe tirer de toutes les difficultés.

Dans le cinquiéme, je donne les Cartes Hydrographiques de toutes ſortes; j'enſeigne les principes qui ſervent à les décrire, leur uſage, & la correction de leurs defauts.

Dans le ſixiéme, j'explique les pratiques pour faire une bonne eſtime, & toutes les methodes de la corriger, par les differentes façons d'obſervet la latitude. J'y propoſe encore le fameux probleme de la longitude, & je montre les moyens dont on s'eſt ſervy juſqu'à maintenant, pour en venir à bout.

Enfin dans le ſeptiéme, j'enſeigne pluſieurs pratiques tres-utiles ſur mer, comme la methode de dreſſer le Journal, & de lever le plan d'un Port, ou d'une coſte toute entiere; l'hiſtoire, & les raiſons du flux & reflux de la mer; le moyen de connoiſtre l'heure qu'il ſera pleine mer en chaque coſte; l'hiſtoire des vents periodiques, des courans, & autres particularitez qui peuvent beaucoup ayder, ou nuire à la Navigation.

J'entreprens d'autant plus volontiers cet Ouvrage en François, (l'ayant déja fait en Latin dans mon Cours mathematique,) que nous avons moins de bons Livres ſur cette matiere: ceux qui en ont écrit, l'ayant fait d'une maniere fort embaraſſée, & peu intelligible. J'ay crû que l'experience de quelques voyages par mer, dans un temps où les principes de Mathematique que je ſçavois déja aſſez bien, me faiſoient aiſément concevoir toutes les pratiques des Pilotes, me pouvoit donner beaucoup d'avantage, pour bien juger de toutes celles qu'on propoſe ordinairement, & de celles que j'y pouvois ajoûter de mon invention, ou que je pouvois rencontrer dans les Livres. C'eſt ce qui m'a obligé à compoſer ce traité de Navigation tout de nouveau, dans lequel je tâcheray d'eſtre le plus methodique qu'il me ſera poſſible; & non ſeulement d'inſtruire ceux qui veulent conduire des Vaiſſeaux ſur mer, mais auſſi de ſatisfaire à la curioſité de ceux qui ſont bien aiſes d'avoir quelque intelligence de cet Art.

Nous n'avons point d'Autheurs anciens, qui ayent écrit de cette matiere: la vraye ſcience de la Navigation n'ayant commencé que depuis qu'on a remarqué que l'aymant & les aiguilles aymantées ſe tournent toûjours vers le Nord, ou Septentrion; ce qu'on ne découvrit que ſur la fin du douziéme ſiecle.

Quoy que Jean Gira d'Amalphi en la Campagne de Rome, profitant de cette nouvelle connoiſſance, eût inventé la bouſſole environ l'an 1300. ſuivant l'opinion commune; neantmoins les grandes Navigations ne ſe firent que dans le ſiecle ſuivant. En 1492. Chriſtophle Colomb Genois découvrit l'Amerique, ainſi nommée d'Americ Veſpuce Florentin, qui y voyagea enſuite: Et en 1519. Ferdinand Magellan trouva le détroit qui porte ſon nom, & fit le tour du monde.

En l'année 1530. Petrus Nonius celebre Mathematicien Portugais, à l'occaſion de quelques doutes que luy propoſa Martin Alphonſe Soſa, compoſa un traité

de Navigation, diviſé en deux Livres. Dans le premier, il répond à quelques-uns de ces doutes : par exemple, d'où vient que le Soleil eſtant dans l'equateur, ſe leve au rumb d'Eſt, par lequel neanmoins ſi nous conduiſons le Navire, nous n'arrivons jamais à ce cercle, mais nous décrivons un parallele ; & dans la réponſe, il explique la nature des lignes loxodromiques. Dans le ſecond Livre, il parle des regles & des inſtrumens propres pour naviger, particulierement des Cartes marines, & des inſtrumens qui ſervent pour trouver l'élevation du Pole. L'obſcurité eſt le caractere de cet Autheur ; ce qui le rend inutile à la plûpart de ceux qui le liſent.

En l'année 1561. Pierre Medina Eſpagnol, écrivit en ſa langue un traité de l'Art de naviger, que Nicolas Nicolaï Dauphinois, Geographe du Roy, traduiſit en François. Cet Ouvrage eſt diviſé en huit Livres. Le premier explique quelques principes de la ſphere, qui ſont neceſſaires à la Navigation : le ſecond traite de la mer, des courans, & des prognoſtiques de la tempeſte : le troiſiéme, des vents & des rumbs ; il ſemble qu'il ait ignoré les lignes loxodromiques : le quatriéme, de la hauteur des Aſtres ; il donne une Table de la declinaiſon du Soleil pour quatre années : le cinquiéme, de l'élevation du Pole, par celle de l'eſtoile polaire : le ſixiéme, de la declinaiſon de l'aymant, qu'il ne corrige pas comme il faut : le ſeptiéme, de la Lune, & du moyen de ſçavoir le temps des marées : le huitiéme, du Calendrier. Ce traité a de bonnes choſes, qui ſont maintenant communes ; on en faiſoit eſtime en ſon temps. Il eſt reimprimé depuis quinze ans à Lyon en François.

En l'année 1598. Iacques Severtius compoſa un petit Livre, intitulé *De Orbe catoptrico*, dans lequel il y a pluſieurs choſes utiles à la Navigation.

Environ ce temps-là, Iean Garcia, dit Ferdinand, fit un petit traité pour les Pilotes, contenant la declinaiſon du Soleil pour quatre années ; & la façon de prendre la latitude par la hauteur de l'eſtoile polaire : avec la deſcription des coſtes de France, d'Eſpagne & de Flandre.

En 1606. André Garcia Ceſpedes Eſpagnol, fit imprimer un Livre, intitulé *Regimento de Navegacion*, diviſé en deux Parties. Il donne dans la premiere, les principes de la ſphere, les Tables des declinaiſons du Soleil pour quatre années & la façon de trouver la hauteur du Pole : il y donne auſſi quelques pratiques de l'aſtrolabe, de l'arbaleſte, & de pluſieurs autres inſtrumens ; le moyen d'obſerver la hauteur du Pole par l'eſtoile polaire : il décrit la bouſſole, & la façon de s'en ſervir, & autres particularitez. La ſeconde Partie eſt hydrographique, & il y traite de la maniere de faire les Cartes. Ie n'ay pas remarqué que cet Autheur ait connû la nature des loxodromies.

En 1608. Simon Stevin Mathematicien du Prince d'Orange, dans la ſeconde Partie de ſes Memoires, traite de la Geographie & de la Navigation au quatriéme Livre ; & particulierement de la Navigation circulaire & loxodromique. Dans le cinquiéme, il enſeigne l'uſage de l'ayman, & ſa declinaiſon : dans le ſixiéme, il donne les pratiques touchant le flux de la mer. Tout cet Ouvrage eſt fort imparfait, & il n'explique pas aſſez les matieres dont il traite.

En 1600. Guillaume Gilbert Medecin de Londres, commença à traiter de l'aymant en Latin, ſuivant les principes de la Phyſique.

En 1620. Villebrordus Snellius donna au public ſon Typhis Batavus en Latin, dans lequel il enſeigne ſolidement la nature des lignes loxodromiques, & donne la methode pour en faire des Tables ; il pouvoit eſtre un peu plus clair.

En 1623.

En 1625. on imprima le Cours de Conimbre, où l'on traite briévement de l'aymant.

En 1629. le Pere Nicolas Cabée, de la Compagnie de Jesus, composa une Philosophie magnetique. Cet Ouvrage est physique, & explique fort bien la nature de l'aymant.

En 1631. Adrianus Metius dans le cinquiéme Livre du 1. mobile, donna une methode de naviger par le globe; & ajoûta une Table des lignes loxodromiques, qui est la premiere que j'ay vû.

En 1633. Jean Tassin Geographe du Roy, fit des Cartes des costes de la Mediterranée, & de l'Ocean.

En 1640. le Pere George Fournier de la Compagnie de Jesus, fit imprimer son Hydrographie en François, dans laquelle il traite aussi de l'Art de naviger, qu'il n'explique & ne demontre pas assez. Il a mêlé dans son Ouvrage beaucoup d'histoires, & de matieres fort éloignées de son sujet.

En 1643. Barthelemy Morizot composa en Latin son *Orbis Maritimus*. C'est un Ouvrage presque tout historique, & qui contient tout ce qui s'est fait de beau sur mer: il a esté imprimé à Dijon.

En 1646. le Pere Jean Grandamy de la Compagnie de Jesus, mit au jour une nouvelle demonstration de l'immobilité de la terre par le moyen de l'aymant, & une façon d'avoir la ligne de midy magnetique sans declinaison. Ses demonstrations ne sont pas exactes, mais il a de fort belles experiences.

En 1649. le Pere Nicolas Zuchi de Parme, de la Compagnie de Jesus, fit un traité de l'aymant, dans lequel il tâche de donner raison de tous ses effets: mais il n'apporte que la cause finale.

En 1634. le Pere Kirker de la Compagnie de Iesus, composa un traité de l'aymant, dans lequel il s'arreste plus aux pratiques, qu'à expliquer sa nature.

En 1660. Bernard Varenius donna au public sa Geographie universelle, où il ajoûte sur la fin un petit traité de Navigation; mais il explique trop succinctement les loxodromies.

En 1661. le Pere Iean Riccioli de Ferrare, de la Compagnie de Iesus, fit imprimer sa Geographie, où il traite de la Navigation en plusieurs endroits, particulierement dans le neuviéme Livre où il enseigne la plûpart des problemes nautiques; il y joint les Tables loxodromiques, & il explique fort bien la Navigation circulaire, donnant l'idée des Cartes hydrographiques qui seroient parties d'un grand globe.

En 1661. le Pere Gaspar Schottus de la Compagnie de Iesus, composa son Cours mathematique, dans lequel il parle de la Navigation & de l'Hydrographie, mais il n'en donne point de demonstrations.

En 1666. Mr. Denis Hydrographe & Professeur Royal à Dieppe, fit un traité de l'aiguille aymantée, dans lequel il enseigne cinq façons de trouver la declinaison de l'ayman; & à cet effet, il propose des Tables des amplitudes ortives.

En 1668. le Pere Vincent Leoutaud fit imprimer à Lyon un traité de l'aymant, dans lequel il explique ses directions d'une façon nouvelle & solide.

En 1668. Monsieur Denis donna au public une façon de naviger par nombres, c'est à dire par les Sinus. Quoy qu'elle soit bonne dans les petites Navigations, elle manque dans les longues, ainsi que je demontreray geometriquement. Il condamne sans raison les Cartes reduites, dont la bonté est tres-facile à prouver, aussi bien que la façon de naviger par les Tables loxodromiques,

En 1669. Ce même Autheur fit imprimer un Traité, qui porte pour titre, *Discours de la declinaison du Soleil, &c.* qui est particulierement pour observer la latitude en plusieurs façons.

En 1673. il fit encore imprimer un autre Livre, intitulé *L'Art de naviger en sa plus haute perfection*, dont le principal dessein est de trouver la latitude. Il semble que cet Autheur auroit pû se rendre plus facile, ajoûtant quelques figures dans son Livre, puis qu'elles soulagent extremement l'imagination, & qu'elles rendent un ouvrage plus intelligible, & plus agreable.

Les Autheurs suivans ont aussi traité de la Navigation; Rodericus Zamoranus, Pierre Appian, André Gaspar Cespedius, du regime de la Navigation: Barthelemy Crescentius, dans son traité *De nauticâ Mediterraneâ*; Augustin Cæsareus, dans un traité de la Navigation: Robert Dudlé, dans son Livre *De Arcanis maris*; mais la plûpart de ses pratiques sont fondées sur des principes chimeriques: Iacques Cosomb, dans le flambeau de la Navigation: un autre Autheur, dans la Colonne flamboyante: Pierre Herigon, au quatriéme Tome de son Cours; mais il en traite fort succinctement; Iean Ianson, dans l'introduction au monde maritime; le P. Mersenne Minime, dans son Istiodromie: Lazare Baytius, *De re Navali*; ce traité est plûtost historique, que dogmatique. Tous ces Autheurs sont nouveaux, nul des Anciens n'ayant traité cette matiere, comme nous avons déja remarqué.

TABLE

DES DEFINITIONS & PROPOSITIONS, contenuës dans le Livre premier.

DEFINITION PREMIERE.

DV Navire, & de ses differentes especes, page 1
DEFIN. II. Description des Parties d'un Vaisseau, 4
DEFIN III. Des Masts, 5
DEFIN. IV. Des Cordes, 8
DEFIN. V. Autres termes de Marine, 10
PROP. I. La mesure, & la grandeur des Navires, 12
PROP. II. Proportion des Bastimens de Mer, tirée des Reglemens de sa Majesté, 14
PROP. III. Proportions ordinaires des Bastimens de Mer, 16
PROP. IV. Les Rames sont un levier de la seconde espece, 19
PROP. V. La force des Rames, 21
PROP. VI. Diverses façons de ramer, 21
PROP. VII. Les defauts des Rames, 22
PROP. VIII. Du Gouvernail, 23
PROP. IX. Des Voiles, 24
PROP. X. Si le vent d'arriere est plus avantageux, qu'un vent de costé, 25
PROP. XI. Combien de vents peuvent servir en tenant une route, 26
PROP. XII. Ce qu'on doit faire pendant les tempestes, 27
PROP. XIII. Des Ancres, 28
PROP. XIV. La maniere de traverser une riviere par Bateau, sans ramer, 29
PROP. XV. Naviger contre le courant d'un fleuve rapide sans rames, sans voiles, & sans tirer le Bateau, 30
PROP. XVI. Faire passer les Bateaux d'un fleuve, à un autre de different niveau, 32

TABLE DU LIVRE SECOND.

PROPOSITION PREMIERE.

LA Terre & la Mer font un globe, 33
PROP. II. Le centre de la Terre, est le lieu le plus bas du monde, 34
PROP. III. La Terre est sensiblement au centre du Ciel, & n'est qu'un point à son égard, 35
PROP. IV. Le Soleil a deux mouvemens, 36
PROP. V. De l'Equateur, premier cercle de la Sphere, 38
PROP. VI. Du Zodiaque, 39

PROP. VII. *Des petits Cercles, c'est à dire des Tropiques & des Polaires, & des autres Paralleles,* 40
PROP. VIII. *Des Colures,* 41
PROP. IX. *Du Meridien,* 41
PROP. X. *De l'Horison sensible,* 43
PROP. XI. *De l'Horison Rationel,* 44
PROP. XII. *On doit considerer sur la surface de la terre, plusieurs Cercles celestes, & les marquer sur les Cartes, & sur les Globes,* 44
PROP. XIII. *Quels Cercles on doit marquer sur les Globes, & sur les Cartes Geographiques,* 46
PROP. XIV. *De la largeur, ou latitude de la terre,* 47
PROP. XV. *De la latitude d'un pays,* 48
PROP. XVI. *La latitude est égale à la hauteur du Pole,* 48
PROP. XVII. *Le changement du Zenith & de l'Horison, font changer l'élevation du Pole, & de l'Equateur,* 49
PROP. XVIII. *De la longitude d'un pays,* 50
PROP. XIX. *Les pays qui sont sous le mesme Meridien ont midy, comme aussi les autres heures du jour, au mesme temps,* 50
PROP. XX. *On connoist la distance des Meridiens par la difference des heures,* 51
PROP. XXI. *Du premier Meridien,* 52
PROP. XXII. *Des Azimuts: de la hauteur, & de l'amplitude Orientale, ou Orrive,* 53
PROP. XXII. *Principes des observations,* 54
PROP. XXIII. *De l'Annean Astronomique,* 57
PROP. XXIV. *Du Quarré Geometrique,* 58
PROP. XXV. *De l'Arbaleste,* 60
PROP XXVI. *Usage de l'Arbaleste,* 63
PROP XXVII. *De la demie-Arbaleste,* 65
PROP XXVIII. *Construction du quart de cercle,* 66
PROP. XXIX. *Premier usage du quart de Cercle,* 67
PROP. XXX. *Autre methode de se servir du quart de cercle,* 68
PROP. XXXI. *Du quartier Anglois,* 70
PROP. XXXII. *Correction du quartier Anglois,* 71
PROP. XXXIII. *Autre instrument plus facile,* 72
PROP. XXXIV. *Quelques usages du quart de Cercle, qui meritent qu'on en fasse l'essay en Mer,* 73
PROP. XXXV. *Autre usage du Quarré Geometrique,* 75
PROP. XXXVI. *La façon d'agrandir un quart de Cercle,* 76
PROP. XXXVII. *Il y a de l'erreur, quand on observe la hauteur du Soleil par son ombre, en regardant le bord de la Mer pour avoir l'Horison,* 77
PROP. XXXVIII. *Il y a de l'erreur, quand on observe la hauteur d'un Astre par devant, en prenant la ligne du bord de la Mer pour Horisontale,* 78
PROP XXXIX. *L'observation est iuste, lors qu'on prend pour horison une ligne perpendiculaire à celle qui va au centre de la terre,* 79
PROP. XL. *Methode pour supputer la Table, qui donne ce qu'il faut ajoûter à cause de la hauteur de l'œil, aux observations par derriere, & ce qu'il faut soustraire de celles qu'on fait par devant,* 80
PROP. XXXIX. *Usage de la Table precedente,* 84

PROP. XL. *De la Parallaxe*, 83
PROP. XLI. *Des Refractions*, 84
PROP. XLII. *Quelque defaut qu'il faut éviter*, 85

TABLE DU LIVRE TROISIE'ME.

PROPOSITION PREMIERE.

LA construction de la Bouſſole, ou Compas, 88
PROP. II. *Diverſes figures de la Bouſſole, propres pour obſerver la declinaiſon*, 90
PROP. III. *Des rumbs de vent, repreſentez par les lignes de la roſe*, 92
PROP. IV *Diviſion de la Bouſſole, pratiquée ſur la Mer Mediterranée*, 94
PROP. V. *L'uſage de la Bouſſole*, 96
PROP. VI. *Autres uſages de l'aiguille aymantée, pour la conduite des Vaiſſeaux*, 97
PROP. VII. *Divers defauts & accidens, qui peuvent arriver aux Bouſſoles*, 98
PROP. VIII. *De la declinaiſon des Bouſſoles*, 99
PROP. IX. *Premiere façon d'obſerver la declinaiſon de la Bouſſole à midy, par le Soleil*, 101
PROP. X. *Seconde façon d'obſerver la declinaiſon de la Bouſſole, par la hauteur meridienne des Eſtoiles*, 101
PROP. XI. *Troiſiéme pratique pour obſerver la declinaiſon de la Bouſſole, par l'étoile du Nord*, 102
PROP. XII. *Quatriéme façon d'obſerver la declinaiſon de l'Aymau, par l'Eſtoile polaire*, 103
PROP. XIII. *Cinquiéme façon d'obſerver la declinaiſon de la Bouſſole, par toutes les eſtoiles qui ſont proches du Pole, & qui ne paſſent pas par le Zenith*, 104
PROP. XIV. *Sixiéme façon d'obſerver la declinaiſon de la Bouſſole, par le lever & le coucher du Soleil, ou des Eſtoiles*, 106
PR. XV. *Septiéme façon d'obſerver la declinaiſon de la Bouſſole, par deux hauteurs égales*, 106
PR. XVI. *Huitiéme façon de trouver la declinaiſon de la Bouſſole, par une ſeule obſervation du Soleil, ou des Eſtoiles*, 107
PR. XVII. *Trouver la declinaiſon de la Bouſſole par le globe, ayant une obſervation*, 109
PR. XVIII. *Ayant une obſervation de la hauteur du Soleil ou d'une Eſtoile, trouver la declinaiſon du Soleil par un Aſtrolabe*, 110
PR. XIX. *Ayant la hauteur du Soleil ou d'une Eſtoile, trouver la declinaiſon de la Bouſſole par un trait de compas, tiré de l'Analemme*, 111
PR. XX. *Trouver l'amplitude ortive, & la methode de ſupputer la Table*, 112
PR. XXI. *Trouver la declinaiſon de la Bouſſole par l'amplitude ortive ou occaſe, de quelque Aſtre que ce ſoit*, 114
PR. XXII. *Correction de l'amplitude ortive & occaſe, à cauſe de la declinaiſon*, 114
PR. XXIII *La correction des Bouſſoles ou des routes, quand la declinaiſon en eſt connuë*, 115
PR. XXIV. *Façon de Bouſſole, qui n'eſt ſujette à aucune declinaiſon*, 117
PR. XXV. *D'où vient que ceux qui navigent ſur la Mediterranée, pour aller au Levant, doivent donner un quart de rumb à la gauche*, 118

TABLE DU LIVRE QUATRIE'ME.

Proposition Premiere.

De la Nature de la ligne Loxodromique que décrit un Navire, conduit par le mesme rumb de la Bousole, 120

Pr. II. Le Vaisseau qui navige Nord & Sud, décrit le meridien, 122

Pr. III. Un Navire qui estant sous la ligne, suit le rumb de l'Est ou de l'Oüest, décrit l'Equateur, 123

Pr. IV. Un Navire qui estant sous un parallele, met le cap à l'Est, ne sort pas du mesme parallele, 124

Pr. V. Le Vaisseau qui suit le mesme rumb oblique, décrit sur le globe de la Terre, une ligne spirale, que nous appellons Loxodromie, 125

Pr. VI. Aucune Loxodromie n'aboutit au Pole, 125

Pr. VII. La ligne loxodromique est coupée en parties égales par les paralleles, qui sont également éloignez l'un de l'autre, 125

Pr. VIII. Comme le Sinus total est au Sinus du complement de l'angle, que fait la Loxodromie avec le Meridien; ainsi le nombre des milles qu'on a parcourus sur une Loxodromie, est au nombre des milles du changement de la latitude, 127

Pr. IX. Comme le Sinus total est à la Secante de l'angle de la Loxodromie, ainsi le changement de la latitude en milles ou minutes, est à la longueur de la Loxodromie en milles, 127

Pr. X. Le changement de la latitude estant donné avec le chemin qu'on a fait, trouver le rumb qu'on a tenu, ou qu'on doit tenir, 128

Pr. XI. L'angle du rumb estant connû, & la longueur de la Loxodromie, ou du chemin qu'on a fait, trouver la somme de tous les arcs des paralleles, ou le costé mecodynamique, c'est à dire les milles d'Est & Oüest, 129

Pr. XII. Sçachant le changement de la latitude, & l'angle du Rumb, connoistre le costé Mecodynamique, 130

Pr. XIII. Le changement de la latitude estant donné, & le chemin qu'on a fait, trouver le costé Mecodynamique, 131

Pr. XIV. Comme le Sinus total est au Sinus du complement de la latitude; de même est le nombre des milles d'un arc de l'Equateur, au nombre des milles d'un arc semblable, pris dans le parallele de cette latitude, 132

Pr. XV. Le Sinus du complement de la latitude de chaque parallele divisé par le Sinus total, donne la reduction d'une minute de ce parallele en milles, 133

Pr. XVI. Comme le Sinus total est à la Secante de la latitude d'un parallele, ainsi quelque nombre de milles que ce soit, est au nombre des minutes dans le même parallele, 133

Pr. XVII. Reduire les milles d'Est & Oüest en degrez de longitude, 134

Pr. XVIII. La Carte reduite, dans laquelle il y a mesme raison de dix minutes du parallele, aux dix minutes suivantes du Meridien tirant vers les Poles, que du Sinus total à la Secante de la latitude de ce parallele, doit avoir tous les rumbs tirez en lignes droites, & se trouve exacte, 136

Pr. XIX. Resoudre tous les Problemes nautiques, par la Table des latitudes croissantes. 132

PROBLEME I. *La quantité du chemin estant donnée, trouver le changement de la longitude, & le rumb,* 139
PROB. II. *Le changement de la longitude & de la latitude estant donné, trouver le rumb, & la quantité du chemin,* 140
PROB. III. *La quantité du chemin estant donnée, & l'angle de la Loxodromie, trouver le changement de la Latitude,* 141
PROB. IV. *La difference de la latitude, & le rumb estant donné, trouver le chemin qu'on a fait,* 142
PROB. V. *La quantité des milles qu'on a faits estant donnée, & le changement de la latitude, connoistre l'angle du Rumb,* 142
PROB. VI. *L'angle du Rumb estant donné, & la longitude des deux termes, trouver le changement de la longitude, & le chemin,* 142
PROB. VII. *Ayant connu l'angle du Rumb, & le changement de la longitude, trouver le changement de la latitude,* 143
PROB. VIII. *Le changement de la longitude estant donné, la latitude d'un des termes, & le chemin, trouver le rumb, & le changement de la latitude,* 144
PROPOSITION XX. *La reduction des milles d'Est & Ouest en degrez de longitude, par le moyen parallele, n'est pas exacte,* 145
Trouver un moyen parallele Geometrique, 146
Trouver un moyen parallele Arithmetique, 147
PR. XXI. *Construction & usage d'une Table, pour reduire les milles d'Est & Ouest en degrez de longitude,* 150
PR. XXII. *Reduire les degrez & minutes de longitude en milles d'Est & Ouest, par la Table,* 152
PR. XXIII. *Dans toutes les Loxodromies, il y a mesme raison des milles d'Est & Ouest aux degrez & minutes de longitude, les courses estant faites entre les mesmes paralleles,* 153
PR. XXIV. *Reduction tres facile des milles d'Est & Ouest en degrez de longitude, ou des degrez de longitude en milles d'Est & Ouest,* 154
PR. XXV. *Resoudre tous les Problemes Nautiques,* 155
PROBLEME I. *La difference des longitudes & des latitudes des deux termes estant donnée, trouver le rumb & la distance, ou le chemin,* 155
PROB. II. *La quantité du chemin, & le rumb estant donnez, trouver le lieu où l'on est arrivé, c'est à dire le changement de la longitude & de la latitude,* 156
PROB. III. *La quantité du chemin estant donnée, & la latitude des deux termes, trouver les rumbs, & la difference des longitudes,* 157
PROB. IV. *L'angle du Rumb, & les latitudes estant données, trouver la quantité du chemin, & la difference des longitudes,* 157
PROB. V. *La difference de la longitude estant donnée, la quantité du chemin, & la latitude d'un des termes, trouver le changement de la latitude, & le rumb,* 158
PROB. VI. *Le rumb, le changement de la longitude, & la latitude d'un des termes estant donnez, trouver le changement de la latitude, & la quantité du chemin,* 158
PROPOSITION XXVI. *Explication des Tables Loxodromiques,* 159
PR. XXVII. *L'usage de la Table,* 161
PROBL. I. *Les longitudes & les latitudes des deux termes estant connuës, trouver le rumb & la quantité du chemin,* 161
PR. II. *Le rumb de vent, & le chemin qu'on a fait estant connu, avec la latitude, & la*

longitude du terme de départ, trouver la longitude & la latitude du lieu où l'on est arrivé, 162

PROB. III. *Les latitudes des deux termes, & le rumb estant connû, trouver la quantité du chemin, & la difference des longitudes,* 162

PROB IV. *Les latitudes des deux termes estant connuës, & le chemin, trouver le rumb de vent, & la difference des longitudes,* 162

PROB. V. *La difference des longitudes, la latitude d'un des termes, & la quantité du chemin estant connuës, trouver le rumb, & la latitude de l'autre,* 163

PROB. VI. *La difference des longitudes, & le rumb estant donné, avec la latitude d'un des termes, trouver la latitude de l'autre terme, & la longueur du chemin,* 163

PROPOSIT. XXVIII. *Pratique de la Navigation circulaire par la Trigonometrie,* 164

PR. XXIX. *Comparaison de la Navigation circulaire avec la loxodromique,* 165

PR. XXX. *Quelle erreur peut causer la Loxodromie, prise pour un grand cercle,* 166

PR. XXXI. *Le Quarré de reduction,* 167

PR. XXXI'. *Reduire les milles d'Est & Ouest en degrez de longitude par le Quarré,* page 168

PR. XXXIII. *Resoudre tous les Problemes nautiques par le Quarré de reduction,* 169

PROBL. I. *Les longitudes & les latitudes des deux termes estant observées, trouver l'Angle du Rumb.* 169

PROB. II. *La latitude de départ estant donnée, l'angle du rumb, & la longueur du chemin, trouver la difference de la latitude & de la longitude, & par consequent le lieu où l'on est arrivé,* 170

PROB III. *La latitude des deux termes estant donnée, avec le rumb de vent, trouver la longueur de la course, & la difference de la longitude,* 170

PR IV *La difference des latitudes estant donnée, & la grandeur de la course, trouver le rumb de vent,* 171

PROPOSIT. XXXIV. *Façon de trouver le veritable poinct, quand on a couru de differentes routes,* 171

TABLE DU LIVRE CINQUIE'ME.

PROPOSITION I.

LA difference des Cartes marines d'avec les Geographiques, 173

PR. II. *Du Globe,* 174

PR. III. *De la Navigation circulaire par les Cartes convexes,* 174

PR. IV. *Des Cartes plates en general,* 175

PR. V. *Des Cartes par routes, & distances,* 177

PR. VI. *Des Cartes reduites en general,* 179

PR. VII. *La vraye reduction d'une Carte, par les latitudes croissantes,* 180

PR. VIII. *Usage de la Carte reduite, pour resoudre tous les Problemes nautiques, pag.* 182

PROB I. *Les deux termes estant donnés, trouver le rumb de vent, & la longueur du chemin,* 182

PROB. II. *Pointer la Carte, ou trouver le lieu où l'on est arrivé,* 182

PROP. III. *La latitude des deux termes estant donnée, & la longueur du chemin, trouver le rumb de vent, & le lieu où l'on est arrivé,* 183
PROP. IV. *La latitude des deux termes estant connuë, & le rumb de vent, trouver le lieu où l'on est arrivé,* 183
PROP. IX. *La façon de corriger les Cartes,* 184

TABLE DU LIVRE SIXIE'ME.

PROPOSITION PREMIERE.

QVest-ce que mille, 186
PROP. II. *Premiere façon de faire une bonne estime,* 188
PROP. III. *Seconde façon de faire l'estime du chemin.* 189
PROP. IV. *Methode des Anglois pour faire l'estime du chemin.* 189
PROP. V. *Autre Methode pour estimer le chemin.* 190
PROP. VI. *Methode des Anciens pour estimer le chemin.* 191
PROP. VII. *Sixiéme façon pour faire une bonne estime.* 191
PROP. VIII. *De la latitude & élevation du Pole, & de la declinaison du Soleil.* 193
PROP. IX. *Le lieu du Soleil dans l'Ecliptique estant donné, trouver sa declinaison.* 194
PROP. X. *Trouver le lieu du Soleil, sa declinaison estant donnée.* 194
PROP. XI. *De la Table qui montre la declinaison du Soleil, pour tous les iours de l'année.* 195
PROP. XII. *Trouver la declinaison du Soleil pour le Midy d'un lieu qui est sous le meridien de Rome.* 196
PROP. XIII. *Trouver la declinaison du Soleil pour quelque heure que ce soit du meridien de Rome.* 197
PROP. XIV. *Trouver la declinaison du Soleil pour quelque heure que ce soit, d'un autre meridien,* 197
PROP. XV *Trouver la latitude par la hauteur meridienne du Soleil.* 198
PROP. XVI. *Trouver la latitude du lieu où nous sommes, par la hauteur meridienne d'une estoile.* 199
PROP. XVII. *Troisiéme façon de trouver la latitude par les estoiles, qui ne se couchent point.* 199
PROP. XVIII. *Observer la hauteur du Pole, par l'estoile du Nord.* 201
PROP. XIX *Pratique plus universelle pour trouver la hauteur du Pole, par celle de l'étoile du Nord.* 205
PR. XX. *Trouver la latitude par l'amplitude ortive.* 207
PR. XXI. *Trouver la latitude par deux hauteurs du Soleil hors de midy, & par le temps d'entre deux.* 208
PR. XXII. *Trouver la latitude par deux hauteurs du Soleil, & par la distance des deux verticaux.* 210
PR. XXIII. *Trouver la latitude par la hauteur de deux estoiles.* 211
PR. XXIV. *Trouver la latitude par deux estoiles qui se couchent, ou se levent en mesme temps.* 211
PR. XXV. *Trouver la latitude par deux estoiles qui se levent, ou se couchent l'une apres l'autre.* 213

PR. XXVI. *Trouver la latitude par le temps, qui est entre le lever, ou le coucher d'une etoile, & le meridien d'une autre.* 213
PR. XXVII. *Trouver la latitude par la difference des amplitudes ortives de deux estoiles.* 214
PR. XXVIII. *Trouver la latitude par la durée de l'arc diurne ou nocturne.* 215
PR. XXIX. *Trouver la latitude par une aiguille aymantée.* 216
PR. XXX. *Correction de l'estime dans une simple course.* 217
PR. XXXI. *Correction d'une course composée.* 220
PR. XXXII. *L'importance du secret des longitudes.* 221
PR. XXXIII. *Plusieurs manieres d'observer la longitude.* 212
PR. XXXVI. *Methode d'observer la longitude par des horloges.* 223
PR. XXXV. *Ayant la hauteur du Soleil, sa declinaison, & la latitude, trouver l'heure.* 224
PR. XXXVI *Remarques sur les heures.* 225

TABLE DU LIVRE SEPTIE'ME.

PROPOSITION PREMIERE.

Les remarques de chaque heure. 227
PROP. II. *Du Iournal.* 228
PROP. III. *Methode de lever le plan d'un port, ou d'une rade.* 231
PROP IV. *Décrire l'apparence des costes & des montagnes pour avoir des reconnoissances.* 233
PROP V. *Des Courans.* 234
PROP. VI. *Des courans periodiques.* 235
PROP. VII. *Du courant, qui va depuis les Poles vers l'équateur.* 236
PROP. VIII. *Du Courant qui va de l'Est à l'Ouest.* 237
PROP. IX. *Du courant qui va de l'Ouest à l'Est.* 238
PROP. X. *Du Flux & Reflux de la Mer.* 239
PROP. XI. *Refutation de quelques opinions improbables touchant la cause du flux & reflux de la mer.* 240
PROP. XII. *Refutation de l'opinion de Cisalpin expliquée par Galilée qui attribuë le flux de la mer, au mouvement de la terre.* 242
PROP. XIII. *Refutation demonstrative de l'opinion de Mr. Descartes, touchant le flux de la mer.* 244
PROP. XIV. *Refutation demonstrative de la conjecture du R. Pere Fabry, touchant le flux de la mer.* 247
PROP. XV. *Refutation demonstrative de l'opinion d'Isaac Vossius, qui veut que le Soleil par sa chaleur cause le flux de la mer.* 250
PROP.. XVI. *Refutation demonstrative de l'opinion du P. Theodore Moret qui explique le flux de la mer par la vertu magnetique de la lune.* 252
PROP. XVII. *La cause la plus probable du flux & reflux de la mer.* 254
PROP. XVIII. *Comme un Pilote se doit servir du flux de la mer.* 257
PROP. XIX. *Le Catalogue des Ports & des Costes, & de l'heure que la pleine mer y arrive le iour de la nouvelle & pleine lune.* 258
PROP. XX. *Du Vent en general.* 260

PROP. XXI. *La cauſe des Vents.* 261
PROP. XXII. *Pluſieurs queſtions touchant les Vents.* 264
PROP. XXIII. *Des Tempeſtes.* 265
PROP. XXIV. *Des Vents reglez par les ſaiſons.* 267
PROP. XXV. *Temps propre pour diverſes Navigations.* 268
PROP. XXVI. *Les ſignes du changement de Temps.* 269
PROP DERNIERE. *Diverſes façons de prendre la hauteur du Pole en tout temps.* 271

Fin de la Table.

EXTRAIT DV PRIVILEGE du Roy.

PAr grace & Privilege du Roy en datte du 4. May 1676. Signé DALENCE' : Il eſt permis à ESTIENNE MICHALLET Marchand Libraire à Paris, d'imprimer, ou faire imprimer pendant le temps de dix années, un Livre intitulé *L'Art de Naviger*, avec defenſes à tous autres d'en imprimer, vendre ou debiter pendant ledit temps ſans le conſentement dudit Expoſant, à peine de confiſcation des Exemplaires contrefaits, de tous dépens, dommages & intereſts, & de trois mille livres d'amende, ainſi qu'il eſt plus au long contenu dans ledit Privilege.

Reiſtré le 28. May, ſur le Livre de la Communauté des Imprimeurs & Marchands Libraires de cette Ville de Paris.

Signé THIERRY.

Achevé d'imprimer pour la premiere fois, le 15. Fevrier 1677.

L'ART,

DE L'ART DE NAVIGER.

LIVRE PREMIER.

Principes generaux de cét Art.

ICy commence par les termes dont on se sert ordinairement sur la Mer. Quoy qu'on puisse facilement les apprendre en quelques jours de Navigation, il est bon neantmoins de les expliquer icy; principalement pour ceux qui veulent avoir quelque connoissance de cét Art, sans aller sur Mer. Mais il faut remarquer que les mesmes choses ont souvent des noms differens sur la mer Mediterranée, & sur l'Ocean.

DEFINITION PREMIERE.

Du Navire, & de ses differentes especes.

LE Navire est un bastiment de matiere plus legere que l'eau, propre pour faire voyage sur cét élement.

On peut distinguer les differentes especes de Navires, par leur grandeur, par leur figure, par la fin qu'on se propose, ou par la façon de naviger. Cette derniere distinction estant plus essentielle, & plus considerable que les autres; elle donne aussi une difference plus notable.

Et puis que nous n'avons que deux façons de naviger, l'une avec les rames, & l'autre avec les voiles; il semble que nous pourrions distinguer trois especes de bastimens de Mer; la premiere, de ceux qui ne se servent que de rames; l'autre, de ceux qui n'ont que des voiles; & la troisiéme, de ceux qui se servent de rames, & de voiles. Mais les seules rames ne sont propres que pour des Esquifs, qui ne font pas grand voyage; estant toûjours à propos d'épargner les hommes quand on le peut, & de ne pas negliger les avantages que nous peut donner un vent favorable. Ainsi, nous ne reconnoissons que deux especes de Navires; c'est à dire, de ceux qui ne se ser-

vent que de voiles, & de ceux qui vont & à voiles, & à rames. Les premiers sont de haut bord ; les seconds ont les bords moins élevez sur la surface de l'eau pour la commodité des Rameurs. La plusparт des Bastimens à rames de quelque consideration, sont compris sous le nom de Galere ; & se soûdivisent en plusieurs especes, qui n'ont presque point d'autre difference que leur grandeur.

Les Galeasses sont les plus grandes de toutes : elles ont les Rameurs sous couverte : elles peuvent porter jusques à vingt canons, avec une pouppe capable de loger un grand nombre de mousquetaires. Les seuls Venitiens ont des Bastimens de cette espece.

Les Maones des Turcs sont beaucoup plus petites, & moins fortes que les Galeasses.

Les Galeres sont de vingt-cinq à trente bancs de chaque costé ; & de quatre, cinq ou six Rameurs à chaque banc. Elles portent un canon d'une grosseur considerable, qu'on nomme Coursier, deux bastardes, & deux plus petits. Elles ont deux mast, & deux voiles Latines.

Les Galiotes sont de seize à vingt bancs, & n'ont qu'un mast ; au moins les Turquesques, comme sont ordinairement celles que ceux de Barbarie envoyent au Grand Seigneur par present, ou par tribut.

Les Brigantins ou Armatomenes ont dix ou douze rames par bande, & n'ont qu'un Rameur à chaque rame.

Les Fregates sont encore plus petites ; mais ce nom se prend sur l'Ocean dans une autre signification.

La Felouque est à six rames, & n'a point de couverte.

La Tartane est une Barque de Pescheur, qui n'a ny la poupe, ny la proüe élevée ; elle se sert aussi de rames. Les Esquifs & Caïcs sont encore plus petits. Mais je ne m'arreste pas à ces petits Bastimens à rames ; mon dessein n'estant que de donner ceux qui sont considerables.

Nous pouvons aussi rapporter à ces especes, les Barques des Roux, qu'on nomme μονόξυλα, qui ne sont faites que d'un arbre creusé, auquel on ajoûte quelques pieces de costé, & d'autre, & qui sont neantmoins capables de cinquante rames.

On peut faire icy une question historique de la figure, & de l'ordonnance des Galeres des Anciens, pour sçavoir la difference qu'il y avoit entre *uniremis*, *biremis*, *triremis*. Quelques-uns ont crû qu'elles n'avoient qu'une, deux ou trois rames ; mais cela n'est pas vray-semblable, particulierement pour des Navires de Guerre, qui n'auroient pas assez de vîtesse. Les autres ont dit qu'il y avoit plusieurs ordes ou rangs de rames ; & que ces rangs estoient les uns sur les autres, divisez par des tillacs differens : ce qui est aussi impossible, la rame ne pouvant estre si élevée au dessus de l'eau, comme avoüeront facilement ceux qui ont veu des Galeres. C'est pourquoy nous ne pouvons pas nous servir de rames dans les Bastimens de haut bord. On pourroit dire que la pouppe, & la proüe des Galeres anciennes estant un peu plus élevées que le milieu, elles devoient aussi avoir des rames plus longues, & donnoient occasion d'en faire des ordres differens. Ou plûtost, comme ils ne mettoient qu'un homme à chaque rame,

ils en faisoient de plusieurs longueurs, & plaçoient alternativement les Rameurs en plusieurs rangs, les uns plus proches, & les autres plus éloignez du bord; ainsi ces rangs alloient de pouppe en proüe, selon la longueur de la Galere. Mais ensuite l'experience ayant fait voir qu'il estoit plus à propos de faire toutes les rames à peu prés d'une mesme longueur, & de mettre plusieurs Rameurs à chacune; je croy que ces paroles *uniremis* se doivent entendre d'un rang de Rameurs; c'est à dire, d'un homme à chaque rame, comme nous voyons dans les Brigantins: *biremis*, de deux hommes par rame: *triremis*, de trois: de sorte que les Galeres d'apresent sont *quadriremes*, *quinquiremes*. Cette explication est tres-conforme à ce qui s'est pû pratiquer; & quelques passages des Auteurs anciens qui sembleroient contraires, ne me feroient pas changer d'opinion, si je n'estois asseuré qu'ils eussent vû en effet des Galeres anciennes, & qu'ils n'eussent pas écrit selon leur idée, sans en avoir jamais veu, comme il arrive assez souvent aux Auteurs qui écrivent sur le rapport des autres.

Quant aux Bastimens de mer qui ne se servent que de voiles, on en peut rapporter une infinité d'especes, distinguées par leur grandeur, par leur figure, ou par celle de leurs voiles. Les plus grands sont nommez Galions, & servent à la Guerre. Les Caraques de Portugal, & d'Espagne sont employées à la traite & au trafic. Les Pataches sont plus petits. Les Fregates sont des Vaisseaux un peu plus bas, & plus longs que les autres.

On fait une distinction à Marseille de trois sortes de Bastimens, Vaisseau, Barque, & Polaque, laquelle me semble plus essentielle, estant tirée de la forme, & de la figure des voiles. Car on peut distinguer trois sortes de voiles. La premiere, des voiles Latines ou triangulaires, qui portent ce nom peut-estre à cause qu'on s'en servoit plus ordinairement en Italie. L'Antenne, ou la Verghe qui les porte n'est pas horizontale, mais oblique, ainsi que vous voyez dans la figure.

Elles sont fort commodes en ce qu'elles ne demandent que peu de cordes, & prennent beaucoup de vent: mais aussi elles sont dangereuses; en sorte qu'on est obligé de les quitter de gros temps, & de se servir des quarrées: Ainsi, j'ay veu autrefois deux Galeres Turquesques sortir du Port de Scio, avec des treouls quarrez, au lieu de leurs voiles ordinaires. On ne met guetes deux voiles latines l'une sur l'autre.

La seconde espece est, des voiles quarrées, qui ont la verghe ordinairement horizontale.

La troisiéme espece, qui n'est que pour des Caïcs, Esquifs, & autres petits Bastimens, s'appelle dans le Levant *Saccoleva*. Elle s'attache au mast, l'Antenne n'estant qu'une demi-picque.

Il y en a d'autres sortes sur l'Ocean: On en voit de quarrées dont la verghe n'est point attachée au mast par le milieu, mais plus avancée d'un costé que d'autre. Il y a encore d'autres voiles dont on se sert dans les Yacs, & semblables Bastimens de calme, qui sont le long du grand Estay, mais je ne m'y arreste pas.

Cette difference de voiles latines, ou quarrées, fait trois sortes de Bastimens de la Mediterranée. La Barque n'a que des voiles latines, deux ou trois pour le plus. La voile d'avant, ou de prouë se nomme le Trinquet; celle du milieu, la Maistre: & la troisiéme en pouppe, la voile d'Artimon, ou la Meiane.

Les Caravelles en portent quatre; les Galeres deux seulement.

Le nom de Vaisseau à Marseille ne se donne qu'aux Bastimens dont toutes les voiles sont quarrées, excepté celle de la pouppe qui est latine.

Les Polaques ont la voile d'avant latine; mais la Maistre, & son Hunier sont quarrez.

Les Saïques sont des Navires Turquesques fort propres à porter des marchandises, qui ont des voiles quarrées au mast du milieu.

Les Caramoussaux sont aussi en usage en Turquie, & ont une pouppe fort élevée.

Je pourrois encore rapporter icy plusieurs autres especes de Navires, comme les Flutes, Phlibouts, Pinaces, Fustes, Heus, Gabarres, Aiguilles de Bordeaux, & quantité d'autres semblables: mais je croy que cela est inutile au dessein que j'ay d'enseigner l'Art de Naviger.

DEFINITION II.

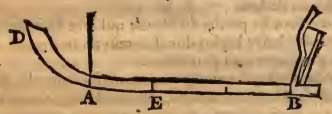
Description des parties d'un Vaisseau.

JE commence par les parties interieures, dont la plus part ne paroissent pas, à cause que le bordage, & le serrage nous les cachent. Elles com-

posent le corps du Vaisseau, & font le mesme office que les os dans le corps humain.

La Quille est la premiere piece du Navire, qui regne en bas le long du Vaisseau. Elle ressemble à l'épine du dos, & elle sert de fondement aux autres; car c'est sur elle que s'entent l'estrave, l'estambord, les varangues, les fourchs, & les autres pieces qui affermissent & composent ce Bastiment. La quille donne la longueur des autres pieces qui luy doivent estre proportionnées. Le grand mast luy est ordinairement égal en longueur. Celle des plus grands Vaisseaux a six vingts pieds, ou vingt toises de long. La largeur est de seize poulces, & son épaisseur de quatorze. Quelques-uns luy donnent deux pieds de largeur & davantage, sur la mesme longueur: mais elle doit estre plus grosse quand les Havres sechent. Ces proportions neantmoins ne peuvent estre universelles: les petits Vaisseaux les doivent avoir bien differentes des grands. Dans les Havres de Barre, on fait les Bastimens plus courts. Plusieurs autres circonstances les font aussi changer. Je me contente d'en donner icy quelque idée.

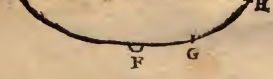
Estrave, estante, estable, establure, rota, capion de proüe, est une courbe de charpente qui s'ente au bout de la quille, vers la proüe, ou avant du Navire, comme A D.



L'Estambord, Rota di Poppa, Capion de Pouppe, est une autre piece qu'on ente sur le bout de la quille, vers la pouppe, ou arriere du Navire B. Ces deux pieces font l'élancement, ou la queste du Navire. L'endroit de la quille où se mettent les costes principales, s'appelle Bouchin; c'est à un tiers de la quille, commençant par la proüe, comme en E.

La Contrequille ou Calingue, serre toutes les costes contre la quille.

Parce qu'il est difficile de trouver des courbes assez grosses, pour en former les costes toutes d'une piece, on les fait pour l'ordinaire de trois. Celle qui s'ente sur la quille, s'appelle madier ou varangue, comme FG. La seconde s'appelle genoüil, ou stamenay, comme GH: La troisiéme HK, se nomme alonge ou scalme.



Et parce que dans les Baſtimens à rame, c'eſt à cette piece qu'on attache la rame : l'appuy des rames qui leur ſert comme d'hypomoclion, & de centre à leur mouvement, s'appelle ſcalme.

Les coſtes ſe nomment les couples, parce qu'elles ſont toûjours appariées & jointes deux enſemble. Les poutres qui portent les tillacs ſe nomment baus. Celuy qui eſt à l'endroit le plus large du Vaiſſeau, s'appelle le maiſtre Bau.

Les planchers des Navires ſe nomment tillacs : le plus large de tous, le franc tillac.

La largeur du Vaiſſeau eſt differente. Celle d'une Galere n'a que la ſeptiéme de ſa quille. Le maiſtre Bau d'un Vaiſſeau peut avoir prés de la quatriéme de la quille. Le creux du Navire ſe prend depuis le maiſtre Bau, juſques à la quille ; & il égale la moitié du Bau en pluſieurs Baſtimens.

Le bord d'un Navire eſt un de ſes coſtez. Il ſe prend ſouvent pour tout le Navire : ainſi nous diſons aller à bord ; perſonne n'eſt entré dans noſtre bord.

Le bord qui eſt à la droite de celuy qui eſt aſſis en pouppe, ſe nomme par quelques-uns tiembord, par d'autres tribord, deſtribord, & le gauche, baſbord.

Le Bordage ſignifie les planches qui couvrent les coſtes en dehors ; & le ſerrage, celles du dedans.

Oeuvres vives ſont les parties du Navire qui ſont dans l'eau : elles ſe font ordinairement du cheſne le plus dur. Les œuvres mortes qui ſont au deſſus, ſont de bois plus leger, ou plus mince.

Le creux du navire ſe nomme carene, ou fond de cale, & contient tout l'eſpace qui eſt ſous le premier tillac. On dit donner carene, quand on met le Navire à cran pour calfater, & fermer toutes les voyes d'eau, ou pour donner le ſuif.

La pouppe eſt l'arriere du Vaiſſeau, le gouvernail y eſt attaché : Le timon du gouvernail ſe nomme à Marſeille, l'orgeau.

La pouppe eſt diſtinguée en trois ou quatre eſtages. Le plus bas eſt occupé par la ſouſte du biſcuit ou autres. Le ſecond eſt deſtiné pour les Canoniers, & s'appelle ſainte Barbe. Le timon y eſt pour l'ordinaire, mais celuy qui le gouverne eſt au deſſus, & le fait tourner par une barre qui paſſe par un trou.

Au deſſus de ſainte Barbe eſt la chambre du Capitaine, qui a deux petites galeries de coſté, & d'autre en pluſieurs Vaiſſeaux.

Au devant de la chambre du Capitaine, ſe met la geſole, ou l'habitacle; C'eſt une armoire où eſt la Bouſſole, & les Sabliers, ou ampoulettes.

Au deſſus de la chambre du Capitaine eſt celle du Pilote, & autres Officiers.

La Dunette eſt le lieu le plus haut de la pouppe.

Le Phare eſt au ſommet de l'arriere, avec la Banniere.

Dans la face de derriere de la pouppe eſt le miroir, ou la tutelle ; c'eſt à dire, l'Image ou la Statuë de celuy auquel le Navire eſt dedié.

La Prouë eſt l'avant du Vaiſſeau, laquelle eſtant plus baſſe que la

pouppe, n'a pas aussi tant d'étages. Elle a le gaillard de proüe.

L'éperon est le bout de la proüe, sur lequel on met ordinairement un Hieroglyphe, qui donne quelquefois le nom au Vaisseau.

Depuis la pouppe jusques au gaillard de proüe, regne, dans plusieurs Vaisseaux, le pont de corde, lequel on peut defendre par dessous, à coups de halebardes.

La Sentine, hossec, est le lieu le plus bas du Navire, qui est ordinairement assez proche du grand mast ; c'est là où s'assemble l'eau que le Vaisseau reçoit.

Les ouvertures par lesquelles on descend d'un tillac à l'autre, s'appellent iloires, ou escoutiles ; & les portes qui les ferment, se nomment panneaux.

Les embrasures des canons, se nomment saborts.

Les trous par lesquels les cables sortent, s'appellent œil de bœuf.

La saorre, le lest, le quintelage, est le nom du gravier qu'on met au fond du Navire pour le tenir en raison, contre l'effort des vents.

DEFINITION III.

Des Masts.

LEs Vaisseaux ont ordinairement quatre masts principaux. Le premier qui est le plus avancé en proüe, est incliné, ou couché sur la poulaine, & s'appelle le beaupré, Βαλασσόμαχος, le mast de Civadiere.

Le second est celuy de Misaine, de bourcet, ou trinquet, qui est en la proüe du Navire, qu'on nomme aussi le mast d'avant.

Le troisiéme est le grand mast, le mast de maistre.

Le quatriéme est en pouppe, & se nomme le mast d'artimon.

Chaque mast a sa hune. Hune de beaupré, Hune de Misaine, grande Hune, Hune d'artimon. Les Provençaux l'appellent la cage, *Gabi*, qui est comme une petite guerite ronde, posée au sommet du mast : elle est portée par les barrots.

On ente d'autres petits masts sur ces premiers, par le moyen des testes de Mote. Au dessus du beaupré est le mast du Tourmentin, ou Perroquet de beaupré Sur le Trinquet, le mast de Hune de trinquet : sur le grand mast, le grand mast de Hune : sur l'Artimon, le mast de Perroquet d'artimon.

Les deux masts du milieu en ont chacun un troisiéme, qui sont le mast de Perroquet du grand mast, le mast de Perroquet de misaine.

Chaque mast a son antenne ou verghe, & sa voile : comme voile de Beaupré, ou Civadiere ; voile de Misaine, la grande voile, voile d'Artimon. Le Tourmentin, le petit Hunier, le grand Hunier, le Perroquet d'Artimon. Le grand Perroquet, le Perroquet de misaine.

Toutes les voiles d'un Vaisseau sont quarrées, excepté celle d'artimon qui est triangulaire. La Civadiere ou voile de beaupré, a deux gros trous, afin

que l'eau se puisse écouler, quand il arrive qu'elle la touche.

Au dessus des masts, on arbore les pavillons.

Le grand pavillon est arboré au dessus du mast de Perroquet de maistre, dans le Vaisseau que monte l'Amiral : le Vice-amiral l'arbore sur le mast de Petroquet de misaine : & le Contre-amiral au dessus du Perroquet d'artimon.

Outre ces dix voiles, on en met quelquefois d'autres, pour aller avec plus de viteſſe. On augmente aussi les voiles par le bas, y ajoûtant des bonnettes ; par les costez, des couteaux, ou voiles à étuy. On les y attache par les trous qui y sont, qu'on nomme œil de pie, avec de petites cordes qui s'appellent rabans. On y en peut encore ajoûter d'autres, de beau temps, pour aller plus viste.

La longueur des voiles, s'appelle gindant ; & la largeur se mesure par les lais de la toile.

Il n'est pas necessaire que les masts soient d'une seule piece de bois : on les fait souvent de plusieurs gemelles, gaburons, ou costons ; & ces masts sont appellez gemellez, gaburonnez, surliez.

Les antennes sont attachées au mast, en sorte qu'on les peut élever, ce qu'on appelle isser ; ou les abaisser, & amener. Les voiles pliées sous l'antenne, sont ferlées.

DEFINITION IV.

Des Cordes.

LE nombre des cordes d'un Navire est fort grand : mais il est aisé de les distinguer, en les rangeant selon leurs offices.

Premierement, les cables & goumenes sont pour arrêter le Navire, & l'affermir avec l'ancre contre l'effort des vents : on en doit avoir pour le moins quatre ; les plus petits s'appellent guerlins. Il y a aussi quatre sortes d'ancre. Le plus grand qu'on nomme maistre, ne sert jamais que dans un danger, pour empescher que le Navire ne tombe en coste. On se sert du second, pour tenir le Vaisseau à la rade. Le troisiéme sert pour enfourcher un Navire, ou pour l'empescher de s'éloigner, ou chasser sur ses ancres. Le quatriéme s'appelle toüeus, duquel on se sert pour haler un Navire, & pour le faire avancer avec le cabestan, ou virevau, quand il faut changer de rade, & entrer dans un Havre, ou en sortir. Le cable dont on se sert en cette occasion, s'appelle anciere.

Les parties d'un ancre sont l'anneau, la vergue, les bras, les pattes, & l'essieu de bois, ou le tas. L'anneau est entortillé de certaines cordelettes, qu'on nomme bodineure. Talinguer le cable, c'est l'ajuster dans l'anneau.

Le bois auquel on attache le cable dans le Vaisseau sur les escubiers, s'appelle brosseur, & la corde brosse.

Lorin

Lorin est une corde, qui accole les deux bras de l'ancre, & aboutit à un gros liege, ou à un baril qui flotte sur l'eau, & montre l'endroit où est l'ancre.

L'office des cordes du second ordre est d'arrêter, & affermir les masts: Ce sont les aubans attachez au bord du Vaisseau, par d'autres plus petites cordes qu'on nomme rides, qui servent pour mieux tirer les aubans. Les cordes qui sont de travers, & servent comme d'échelles, pour monter à la hune, s'appellent figures.

Les masts de hune ont aussi leurs aubans, par lesquels ils sont attachez à la hune; & on les nomme galeban.

Le mast de beaupré n'a pas besoin d'aubans.

L'étay qui est une grosse transversale, qui prend depuis le sommet d'un mast, jusques au pied de celuy qui est devant luy vers la proüe, est aussi destiné à cet usage; comme le grand estay, l'estay de Misaine, l'estay d'Artimon, l'estay du grand Hunier, l'estay du Perroquet. Ces estays servent encore, pour y attacher d'autres manœuvres.

Le troisiéme ordre des cordes est des manœuvres, qui servent aux voiles. Chaque voile en a plusieurs: car premierement il faut isser, ou amener les voiles; & pour cet effet nous nous servons des issas, qui sont le long des masts.

Secondement, il faut quelquefois faire pancher les antennes d'un costé, ou d'autre: ce qui se fait par le moyen des valencines, qui sont attachées au bout des antennes, & passent par des poulies, posées sous les hunes.

Troisiémement, les bras tirent les bouts des antennes vers la pouppe.

Quatriémement, il y en a qui tiennent les bouts des voiles, & qui s'appellent escoute ou escote, & contrescoute.

Cinquiémement, il est quelquefois necessaire d'embroüiller promptement les voiles: les breüils & martinets servent à cela; & les garcettes, à les ferler.

Les ralingues fortifient les voiles.

Les boulines ou boulinettes servent à ouvrir les bords des voiles, pour recevoir le vent qui vient de biais; & pour cette raison, on dit aller de bouline.

Les bras de la maistre sont amarez vers la dunette : ceux du grand Hunier sont amarez au bord du Vaisseau, au delà de l'artimon.

Les bras du trinquet passent par la troisiéme partie du grand estay ; ceux de son Hunier, à l'estay du grand Hunier ; & ainsi des autres.

Ces especes de cordes, qui sont dix ou onze, sont necessaires à presque toutes les voiles : c'est pourquoy, si vous les multipliez par dix voiles, vous aurez prés de cent cordes : & comme la pluspart sont doubles, le tout en fera prés de deux cens. Il est vray que les voiles d'en haut n'en ont pas tant, mais aussi les haubans sont fort multipliez. Il y a encore les palans, les halins, les faux haubans, &c.

L'itacle est la plus grosse des manœuvres. Elle soûtient, & éleve l'antenne, passant à une poulie qui est sous la hune, & aboutissant à un mouffle de poulies, dans lesquelles les drisses, ou issas s'engagent.

Les Galeres, & tous les autres Bastimens qui se servent de voiles latines, ont une autre œconomie, & beaucoup moins de manœuvres, ainsi que j'ay remarqué.

DEFINITION V.

Autres termes de Marine.

N'Ayant pû rapporter certains termes de Marine à des chefs generaux, je les mets icy par ordre alphabetique.

Agréer un Navire, c'est fournir un Navire de tout ce qui luy est necessaire. Ainsi nous disons les Agreils ; & nous appellons Agréeur, celuy qui a soin de le fournir de ses agreils.

Aigade, faire aigade, c'est se fournir d'eau douce.

Amener, ou comme l'on dit dans la Mediterranée, mainer ; c'est abbaisser la voile, qui est un signe qu'on se rend.

Aplester, c'est déplier, ou étendre les voiles, pour recevoir le vent.

Arbaleste, baleStrille, baston de Jacob, est un instrument dont on se sert en mer, pour prendre hauteur.

Arifer les verghes, c'est les abaisser, pour les attacher sur le bord du Navire.

Banc se prend pour le lieu, où sont les Rameurs dans une Galere.

Banc de sable en Mer.

Bande, (comme mettre le timon à la bande,) est le bord du Navire.

Les Brayes sont une piece de cuir, ou de toile cirée, dont on entoure le pied du mast. [Cale, fond de cale, est le bas ou fond du Navire.

Caler un homme dans la Mer.

Cappe, mettre à cappe, c'est mettre la voile au lit du vent.

Chiourme signifie les Forçats.

Faire Chapelle se dit, lorsque le Navire tourne, pour recevoir le vent

dans les voiles par derriere, quand on a trop orsé, & qu'on l'a receu par devant.

Collier de l'estay, est comme une gance, par laquelle l'étay est accolé au mast.

Coursie dans une Galere, est le chemin qui va de pouppe en prouë, entre les bancs des Forçats.

Enverguer les voiles, c'est les attacher aux verghes.

Equipage se prend pour tous les Mariniers.

Epicer une corde, c'est entrelacer les cordons d'une corde, avec ceux d'une autre.

Escore, est un rocher escarpé sur le bord de la Mer.

Escubiers sont les trous, par où passent les cables.

Estime, est le jugement de la quantité du chemin qu'on a fait.

Estrope, ou Herse de poulie, est la corde qui soûtient un mousle de poulie.

Falaise, est le bord de la Mer élevé.

Ferse de toile, est un lais de toile.

Foine, est un trident pour pescher.

Vent frais, c'est à dire fort. Ainsi on dit le vent fraichît.

Gabords, planches de bordages.

Gardes, sont les deux estoiles, qui font les dernieres rouës du petit chariot.

Guinder, c'est hausser, & élever.

Havre, Port. Havre de barre, où l'on entre à la faveur de la marée, ou flux de la Mer. Havre d'entrée.

Hoüage ou Hoüache, trace du Navire en Mer. Sillage.

Hourdi, lisse de Hourdi, le dernier des baus vers la pouppe.

Huter, c'est de grand temps croiser les grandes verghes avec les masts, amenant l'un des bouts jusques sur le vibord, & l'y attachant, de peur que le Vaisseau ne se tourmente.

Houle, sont les vagues d'une Mer agitée par un vent precedent.

Largue, au largue, c'est s'éloigner du Navire. Il a pris le largue.

Ligne, est la corde destinée à la sonde.

Estre au Lof, c'est dérober le vent à un Navire. Estre sobrevent.

Lovier, naviger par differens bords. Bordeger, carreger, dans la Mediterranée.

Lumiere, ce sont des trous, par où l'eau coule dans la sentine.

Maistre de hache, charpentier.

Moüiller, jetter l'ancre.

Nocher, qui a soin des voiles.

Ossec, sentine.

Orser, aller à orse, c'est aller contre le vent.

Pages de Vaisseaux, moussi.

Palans, sont des cordes qu'on attache à l'estay, pour tirer quelque fardeau.

Panne, mettre à panne, c'eſt faire pancher le Navire, pour fermer quelque voye d'eau.

Pavillon, baiſſer le pavillon, ou banniere qui eſt ſur le maſt, ce qui ſe fait par reſpect.

Pavier, paveſade eſt un tour de drap, qui entoure le bord du Vaiſſeau, pour cacher les Soldats.

Le Pilote eſt celuy, qui a ſoin de conduire le Navire.

Plage eſt un lieu dans la Mer, où l'on peut ancrer.

Pointer une Carte, c'eſt la ponctuer, ou trouver le lieu où eſt arrivé le Navire.

Poulaine eſt une groſſe fléche de bois, appellée des Marſeillois, ſerpe, poſée à l'avant du Navire ſous le beaupré.

Quart, eſt le temps que les Mariniers ſont en faction.

Queſte, eſt l'élancement que fait l'eſtante & l'étambord, hors de la quille & corps du Navire.

Remorquer, c'eſt tirer un Vaiſſeau aprés ſoy.

Raques ſont des boules de bois, percées, & attachées aux haubans, par dedans leſquelles paſſent les manœuvres, de peur qu'elles ne s'embaraſſent.

Ruche d'un Vaiſſeau, eſt le corps d'un Vaiſſeau.

Sept de driſſe eſt une piece de bois au pied du grand maſt, dans laquelle ſont les poulies, qui ſervent pour les cordes de driſſe.

Suſin eſt un demi-tillac, qui ſe prend depuis la devanture de la chambre de poupe juſques au grand maſt, quand on ne veut pas faire un pont tout entier.

Taquet, eſt une cheville de bois à deux branches, cloüée ſur le vibord, pour y amarer les manœuvres.

Tonneau, eſt le poids de deux mille livres.

Treviers, ſont les Ouvriers qui font les voiles.

Verghe de beille, verghe de ſurcroiſt.

Voguer ſur la Mediterranée, eſt le meſme que ramer.

Voilà les termes de Marine, les plus ordinaires : Voyons maintenant quelle doit eſtre la meſure & la grandeur des Navires, & de leurs parties.

PROPOSITION PREMIERE.

La meſure, & la grandeur des Navires.

LA meſure ordinaire des Navires eſt le tonneau, qui contient environ vingt-huit pieds cubiques de Paris, & peſe deux mille livres. Les Hollandois ſe ſervent d'une autre meſure, appellée Vehes, qui contient douze tonneaux. C'eſt par rapport à cette premiere meſure, que nous avons coûtume de dire qu'un Navire eſt de trois cens, ou quatre cens tonneaux ; & c'eſt la ſignification de ce mot, que je dois maintenant expliquer.

J'ay démontré dans mon Traité d'Hydrostique, qu'un corps plus leger que l'eau, y doit enfoncer jusques à ce qu'il occupe la place d'une quantité d'eau aussi pesante que luy. Cela supposé, si le Vaisseau ayant enfoncé jusques à occuper la place de l'eau qui luy est égale en pesanteur, est enlevé, & qu'on remplisse ce creux d'eau: il est évident que cette eau sera en équilibre avec celle qui l'environne, & n'en pourra élever davantage, puisque les eaux font équilibre, quand elles ont la mesme surface. Or est-il que le Vaisseau a precisément autant de force, que l'eau qui pese autant que luy; puisque leur pesanteur, & leur force sont la mesme chose: donc le Vaisseau qui occupe la place de cette eau, fera équilibre avec celle qui l'environne, & n'en pourra élever davantage.

Coroll. Suivant cette démonstration, si un Bâtiment estant moderément chargé, tient dans l'eau la place de cent tonneaux, nous pouvons asseurer qu'il est de cent tonneaux. Il semble neantmoins qu'on ne compte pas le poids du Navire, & de son équipage.

Il faut donc dire, suivant cette methode, qu'un Bâtiment est de cent tonneaux, quand, outre la place qu'il occupoit dans l'eau, n'estant point chargé, y enfonce encore si avant lors qu'on le charge, qu'il occupe le lieu de cent tonneaux d'eau. Ce qui signifie sans tant de mystere, que le Bâtiment est de cent tonneaux, duquel la charge ordinaire peut estre de cent tonneaux, c'est à dire de deux cens mille livres.

Pour venir à la pratique, il est necessaire de donner quelque regle, qui détermine la longueur & la largeur d'un Navire de cent tonneaux: & pour cela, il faut remarquer qu'il ne doit pas enfoncer dans l'eau jusques au plus haut tillac, parce que le danger seroit trop grand, & la moindre force de vent le feroit aller à fond. Ainsi il ne faudroit pas prendre toute l'eau qui pourroit entrer dans le creux du Navire, & la reduire en tonneaux, pour sçavoir la grandeur de sa charge: car il est certain qu'un Navire plein d'eau enfonce tout-à-fait; l'experience faisant voir qu'il n'est plus soûtenu, quand on ne peut empécher l'eau d'y entrer. Il doit donc sortir hors de l'eau, pour le moins de sa troisiéme partie; & c'est assez que la charge soit égale à la moitié de l'eau, qui pourroit le remplir.

Cette supposition estant faite; si vous multipliez la longueur du Navire par une moyenne largeur, & le produit par sa hauteur, vous aurez la capacité du creux du Navire: & la moitié de cette capacité sera celle qu'on peut donner raisonnablement à sa charge. Si vous divisez cette derniere somme, qui est en pieds cubiques, par vingt-huit, que contient chaque tonneau d'eau, vous aurez le nombre de tonneaux qui luy servent de mesure.

Secondement, si vous desirez sçavoir combien pese un Navire avec sa charge, il faut mesurer le creux qu'il occupe dans l'eau, multipliant la longueur par une moyenne largeur, & le produit par le nombre des pieds qu'il enfonce, ou pesche dans l'eau: ainsi vous aurez les pieds cubiques qu'il y occupe: or un pied cubique pese soixante & onze livres & $\frac{1}{2}$; les deux tiers de cette somme, seront pour la charge.

Troisiémement, vous pourrez sçavoir combien le Bâtiment enfoncera plus dans l'eau douce, que dans l'eau salée ; supposant que l'eau salée pese plus que l'eau douce de mesme volume, d'une quarante-sixiéme partie. Car si la figure du Bâtiment est reguliere, il enfoncera davantage d'une quarante-sixiéme partie : mais l'irregularité rendra l'operation plus difficile, estant necessaire de reduire les mesures aux pieds cubiques.

Quatriémement, il est certain que les Vaisseaux craignent moins les tempestes, quand leur poids est plus grand : mais il faut prendre garde à la qualité de leur charge, & à l'endroit qu'elle occupe. Car si la charge est d'une matiere legere, & qu'on ne puisse loger au fond du Navire, son poids ne le tient pas ferme contre le vent, mais plûtost le fait pancher davantage du costé qu'il est pousse. C'est pourquoy le lest doit toûjours estre au fond du Navire, quand il est chargé de quelque marchandise legere. L'eau est une charge tres-dangereuse, parce qu'elle va du costé qui panche le plus.

La façon de charger le Navire, contribuë beaucoup à sa viteſſe. Il faut prendre garde qu'il ne panche ny d'un costé, ny d'autre : & que la pouppe ny la prouë ne soit point trop enfoncée. Il me semble qu'il seroit à propos que le plus pesant fust en prouë, laquelle pour cette raison, ne doit pas estre trop étroite : car nous voyons que dans les fléches, & autres corps que nous jettons ; le plus pesant va devant..

PROPOSITION II.

Proportions des Baſtimens de Mer, tirée des Reglemens de ſa Majeſté.

POur donner quelque chose d'assuré, touchant la proportion des parties d'un Bâtiment de Mer, j'ay crû que je ne le pouvois faire plus solidement, qu'en la tirant des Ordonnances de sa Majesté, laquelle voulant regler & éviter les differences qui se sont trouvées jusques à maintenant dans ses vaisseaux de Guerre, provenuë des differentes mesures & proportions qui ont esté observées par les Charpentiers, ordonne qu'à l'avenir,

1. Les Vaisseaux à trois ponts ayent de largeur de dehors, en dehors, le quart de la longueur de la quille, prise de l'étante ou étable, à l'étambord, & mesme un pied davantage. C'est à dire qu'un Vaisseau qui aura de quille cent quarante-huit pieds, prise de l'étante à l'étambord, en aura trente-huit de large à l'endroit du maistre Bau.

2. Les Fregates à deux ponts auront de largeur à l'endroit du maistre Bau, precisément le quart de la longueur de la quille, prise de l'étante à l'étambord, sans aucune augmentation.

3. L'élancement de l'étante, ou capion de prouë, sera d'un pied moins que la cinquiéme partie de la longueur de la quille.

4. La queste de l'étambord, sera d'un quart de l'élancement de l'étante ;

c'eſt à dire, qu'un vaiſſeau de cent pieds de quille, portant ſur terre, aura dix-neuf pieds d'élancement pour le capion de prouë, & quatre pieds neuf poulces de queſte pour l'eſtambord.

5. La hauteur de l'Eſtrave ou Eſtante ſera d'un pied & demy au deſſus du ſecond pont; & celle de l'Eſtambord ſera de deux pieds & demy moins que celle de l'Eſtrave.

6. Le plat de la maiſtreſſe Varangue ſera la moitié de la longueur du maiſtre Bau, & elle ſera poſée en ſorte, qu'ayant diviſé la quille en ſix parties; ſçavoir, deux pour les façons de l'arriere, & une pour celle de l'avant; elle ſe trouve au milieu des trois autres: c'eſt à dire, qu'ayant diviſé la quille en douze, elle ſoit placée aprés la cinquiéme, en commençant par l'avant.

7. La Varangue de l'arriere ſera miſe au tiers de la quille; c'eſt à dire, où commencent les façons de l'arriere; & elle aura les deux tiers du plat de la maiſtreſſe Varangue.

8. La Varangue de l'avant ſera placée à la ſixiéme partie de la quille, où commencent les façons de l'avant: elle aura les trois quarts du plat de la maiſtreſſe Varangue.

9. Le creux du Vaiſſeau ſera reglé à la moitié de la largeur du maiſtre Bau, en comptant depuis la quille juſques au bau du premier pont en ligne droite, en ſorte qu'un Navire de cent pieds de quille aura quinze pieds de creux.

10. La liſſe de hourdi ou bau de l'arriere, aura les deux tiers du maiſtre bau, & ſera poſé deux pieds & demy au deſſous du haut de l'eſtambort, à la hauteur du feüillet des Saborts de la ſainte Barbe.

11. Sa Majeſté veut qu'à l'avenir la pouppe de ſes Vaiſſeaux ſoit ronde au deſſous de la liſſe de hourdi, & non quarrée, ainſi qu'il a eſté pratiqué juſques à preſent.

12. A l'égard du fort, ou gros du Vaiſſeau, elle veut qu'il ſoit placé exactement, & directement à la ligne de l'eau: & comme ce fort doit eſtre conduit fort juſte de l'avant à l'arriere, & que les proportions n'en peuvent eſtre decidées par ce reglement, ſa Majeſté veut & ordonne, qu'on le faſſe de concert avec le Capitaine, & maiſtre Charpentier de chacun de ſes Arſenaux de marine, & qu'on en dreſſe un gabaris qui ſerve de modele à l'avenir dans toutes les conſtructions qui ſeront faites cy-aprés.

13. Les Preſintes ſeront conduites en ſorte, qu'elles ne ſoient coupées que de deux ſaborts; & pour eſtre plus aſſeuré dans la conduite deſdites Preſintes, ſa Majeſté veut qu'il ſoit baſty en chaque Port un Vaiſſeau grand comme une Chalouppe, pour ſervir de modele à ceux qui y ſeront baſtis.

14. La diſpoſition ou arimage du fond de cale, ſera telle qu'elle s'eſt pratiquée juſques à preſent: Il ſera ſeulement fait en l'arriere une ſeparation de la grandeur d'une des ſouſtes à pain, pour ſervir à mettre les vivres du Capitaine.

15. Les Vaiſſeaux de ſeptante pieces de canon, & au deſſus, auront ſous le premier tillac des faux baus de ſix en ſix pieds, pour fortifier le fond du

Vaisseau. On fera encore une galerie de trois pieds de large au tour, pour le passage des Charpentiers, en cas d'accident de coups de canon, ou de voye d'eau.

16. Les Vaisseaux de cinquante jusques à soixante-dix pieces, auront la galerie de trois pieds de large sans les faux baux : & les Vaisseaux au dessous de cinquante pieces, n'auront ny faux baux, ny galerie.

17. La distance d'un sabort à l'autre sera de six pieds & demy. On ne les mettra point l'un sur l'autre, de peur que la fumée de la basse batterie, n'entre par les saborts dans la seconde.

18. On ne donnera à l'avenir que cinq pieds & demy de hauteur entre deux ponts, à compter de la planche au bau, aux Vaisseaux de quatre-vingts pieces de canon, & au dessus. Cinq pieds & quatre poulces seulement à ceux de cinquante à quatre-vingts : & cinq pieds seulement à ceux de cinquante, & au dessous.

19. Les Vaisseaux seront chevillez de fer dans les liaisons des principaux membres, & de bois seulement aux autres.

20. On fera r'entrer les Vaisseaux insensiblement depuis l'endroit du fort jusques au dessous du plar bord, en sorte qu'il soit plus étroit par le haut, qu'à l'endroit du fort du maistre bau.

21. La pouppe du Vaisseau sera conduite depuis la lisse de hourdy jusques au couronnement, en sorte que le barrot de dessous le couronnement ait les deux tiers de la lisse de hourdy.

22. Sa Majesté défend de mettre des figures de relief dans les ornemens de la pouppe, mais seulement des ornemens legers qui ne la puissent appesantir.

23. Les Vaisseaux de cinquante pieces de canon, & au dessous, n'auront plus de galeries, ny balcons derriere.

24. Les Vaisseaux de deux ponts qui portent plus de cinquante pieces de canon, auront un balcon leger à la chambre du Conseil : & les Vaisseaux à trois ponts de soixante-dix pieces de canon auront deux balcons ; l'un à la chambre des Volontaires, & l'autre à la chambre du Conseil.

25. Sa Majesté veut que l'usage des galeries des costez soit entierement aboly, & qu'on les oste mesme aux Vaisseaux qui en ont, si cela se peut faire facilement. Elle permet de mettre aux costez, des saillies, appellées bouteilles, qui auront deux pieds & demy au plus large, & qui seront conduites depuis les saborts de la sainte Barbe, jusques au couronnement, & seront ouvertes au dedans des chambres.

26. Le chasteau d'arriere sera conduit jusques entre le cabestan, & le grand mast, & aura de hauteur cinq pieds & demy, depuis la planche du bau. Celuy d'avant aura cinq pieds, & sera conduit jusques au taquet d'Amure.

PROPOSITION III.

Proportions ordinaires des Bastimens de Mer.

QUoy que les proportions que j'ay tirées des Ordonnances ayent esté bien examinées, les suivantes neantmoins sont fort ordinaires.

Le

Le maistre bau a le tiers de la quille.

L'élancement de l'estante est égal au maistre bau.

La queste de l'estambord n'est que de la cinquiéme du maistre bau.

L'estambord a de longueur les deux tiers du maistre bau.

La Lisse de hourdy a un tiers & un quart du maistre bau : comme si le maistre bau est de vingt, le tiers sera $6\frac{2}{3}$ le quart est cinq, qui font ensemble onze pieds huit poulces.

Le creux du Navire a la moitié du bau, moins une dixiéme partie de cette moitié : comme si le bau est de vingt, sa moitié est dix, ostez une dixiéme, reste 9.

L'aculement de l'estambord ou sevellet, doit avoir la longueur dubaut, moins celle de la lisse de hourdy : comme si le bau est de vingt pieds, ostez la lisse de hourdy, qui est onze pieds huit poulces, restent huit pieds & quatre poulces pour les aculemens de l'estambord.

L'entre-deux des ponts est la moitié du creux : comme de quatre pieds & demy, si le creux est de neuf. Si le Navire avoit toutes les mesures doubles, on ne doubleroit pas pour cela l'entre-deux des ponts. Il suffiroit de luy donner six pieds, les trois autres s'ajoûteroient au creux du Navire, & le premier tillac auroit trois pieds au dessus de son gros.

Le plat de la Varangue a le quart, & la sixiéme du bau. Le quart de vingt est cinq. La sixiéme de vingt est $3\frac{1}{3}$ qui font ensemble huit pieds quatre poulces.

La Quille n'a pas par tout la mesme largeur. Au premier couple elle a la quinziéme du bau, lequel dans nostre exemple estant vingt, la quinziéme sera un pied & quatre poulces. Elle va diminuant de costé & d'autre, en sorte qu'au bout d'avant au Brion, elle a la vingtiéme du Bau, qui est un pied ; & au bout d'arriere, une vingt-quatriéme, qui sont dix poulces, c'est à dire, les deux tiers de ce qu'elle a au premier couple.

La hauteur de la mesme Quille a la vingtiéme du bau d'un bout à l'autre.

Le Brion doit avoir la grosseur de la quille par le bas, revenant au bout de l'estable à 15 poulces, qui est l'échantillon de ce que la quille a au premier couple.

L'estambord doit avoir l'échantillon de la quille par le bas, qui est de dix poulces ; & le quart davantage par le haut, qui est de douze poulces & $\frac{1}{4}$

La largeur de l'estambord par le bas aura dix-huit poulces, qui est la cinquiéme partie de ce que la quille a de largeur. La piece de bois qu'on appelle horne, reviendra par en-haut à un pied, qui est les deux tiers de la largeur qu'elle a par le bas.

La lisse de hourdy doit avoir le mesme échantillon que l'estambord aura par le haut, sçavoir douze poulces, qui sont les deux tiers de la largeur dudit estambord par le bas.

Les Varangues plates auront dix poulces de hauteur sur la quille, c'est à dire, l'épaisseur de la quille par arriere : & de largeur neuf poulces, qui sont les trois-quarts de ce que la quille a par avant.

Les genoüils auront neuf poulces de hauteur, revenant à sept poulces à l'endroit du tillac ; & les alonges correspondans aux genoüils, les bouts d'en-bas estant enclavez de trois pieds d'empattement ou plus, & lesdites alonges revenant par le haut à quatre poulces d'épaisseur, qui est la moitié de celle des genoüils.

La Calingue sera semblable à la quille.

Les Barrots auront dix poulces en quarré, sans diminuer aucunement, qui est ce que la quille aura par le bout d'arriere.

Ils auront la moitié des baus.

Les Barrots du pont doivent avoir sept poulces d'échantillon en quarré; c'est à dire, environ un tiers moins que les barrots.

Les ferres du fond doivent avoir quatre poulces d'épaisseur, qui est le tiers de ce que la quille a par avant.

La serre de bauquiere doit avoir six poulces, qui est la moitié de ce que la quille a par avant.

La planche du premier tillac doit avoir deux poulces d'épaisseur, ou la moitié des serres du fond.

Le tillac du pont d'en-haut doit avoir le quart moins que le premier.

Les serres de dedans au dessus du tillac seront conformes au premier tillac.

Les serres des barrots seront de mesme échantillon de deux poulces, qui est la moitié de celles du fond.

Les serres du vibord au dessus du tillac, d'un poulce & demy.

Le bordage en fond, jusques à un pied ou environ au dessus des pattes des varangues, aura trois poulces d'épaisseur, c'est à dire, la moitié de la serre bauquerre.

Le reste du bordage jusques au vibord, de deux poulces, qui est la moitié de la serre du fond.

Il y aura quatre cours de cheintes, & chaque bord de quatre poulces d'épaisseur : les deux premieres de onze poulces, & les autres de dix.

Deux bordeaux au vibord, de cinq poulces de largeur, & trois poulces d'épaisseur, qui est la moitié de la serre bauquerre.

Les lisses pour agréer ledit Navire auront trois poulces de largeur, & deux poulces & demy d'épaisseur.

La fléche du Navire aura quinze pieds de longueur, ou les trois quarts du bau, avec une toise entre-deux.

La grandeur du grand mast est presque égale à la quille, elle est moindre dans les grands Vaisseaux. Les masts d'en-haut décroissent en proportion sous-double : L'antenne est moindre que le mast, d'une cinquiéme partie. Le mast de mizaine est moindre que le grand, d'une cinquiéme partie : & l'artimon encore d'un autre cinquiéme.

On peut garder cette proportion pour les voiles. Pour un Vaisseau de deux cens tonneaux la grande voile a de gindant onze aulnes, & vingt-deux de large.

Le mast de misaine dix de gindant, & dix-neuf de large. Le grandhunier de gindant neuf, & de largeur par en-bas dix-huit. Le hunier de mizaine 7 1/4 de gindant, & de largeur par en-bas dix-sept.

La voile de beaupré cinq de gindant, & quatorze de large.

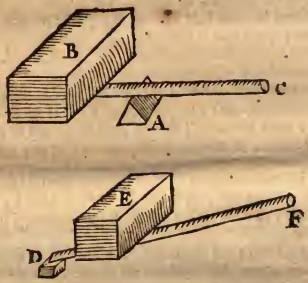
Le maistre Ancre doit avoir cinq cens livres pour cent tonneaux.

On en peut lire davantage dans le P. Fournier, dans Crescentius, Jansonius, Dudlée.

PROPOSITION IV.

Les Rames sont un Levier de la seconde espece.

ARISTOTE ayant demandé à quelle sorte de machine on doit rapporter les rames, répond que ce sont des leviers de la premiere espece. Pour entendre cette question, il faut distinguer trois choses dans un levier. Le centre du mouvement ou l'appuy, le poids, & la puissance. Dans le levier de la premiere espece l'appuy A est entre le poids B & la puissance C. Dans la seconde espece le poids E est au milieu; l'appuy ou centre du mouvement est en un bout, comme D, & la puissance en l'autre, comme F.

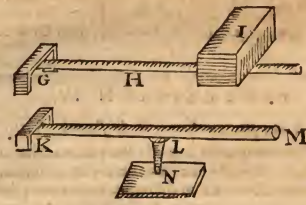


Dans la troisiéme espece de levier, la puissance est au milieu en H, l'appuy ou centre du mouvement est en G, & le fardeau I, est à l'autre bout.

Je dis contre le sentiment d'Aristote, que la rame est un levier de la seconde espece, qui a le centre du mouvement au bout qui frape l'eau, le poids au milieu, c'est à dire au scalme, & la puissance à l'autre bout.

Demonstration. Ce qui fait resistance au mouvement par sa pesanteur, tient la place du fardeau, ou du poids; Or c'est le Navire qui resiste au

mouvement qu'on luy imprime en ramant, puis que plus le bastiment sera chargé, plus rencontrera-t-on de resistance, à le faire avancer; donc c'est le Navire qui tient la place du fardeau.



Vous pourrez peut-estre dire, que ce n'est pas le bastiment qui fait resistance au mouvement, mais que c'est l'eau par l'union de ses parties.

Je répons qu'il est vray que la principale resistance est du costé de l'eau, mais c'est par le Navire que nous la surmontons; & par consequent le poids & le fardeau est toûjours au milieu. De mesme façon, que si nous voulons faire entrer le clou L N dans un ais, par le moyen d'un levier de la seconde espece; quoy que la resistance soit dans l'ais qu'on ne peut pas facilement diviser: neantmoins puis que c'est par le clou L N que nous la surmontons, le poids est veritablement au milieu.

On peut encore trouver de la difficulté en ce que l'appuy, ou centre du mouvement doit estre ferme: Or, l'eau frapée par le bout de la rame, ne tient pas ferme, mais elle cede; donc il semble qu'elle ne peut pas estre le centre du mouvement. Je répons qu'elle ne sert d'appuy qu'entant qu'elle resiste: En effet, nous donnons quelque largeur à la rame par le bas, pour trouver plus de resistance dedans l'eau. Que si le bout de la rame rencontroit un rocher, ou la terre, on rameroit encore mieux; donc, quand l'eau cede à la rame, ce n'est qu'un accident qui ne change pas l'essence de l'action de ramer.

On peut ajoûter contre ma proposition, que dans la seconde espece de levier, la puissance estant plus éloignée du centre, fait aussi plus de mouvement que le fardeau qui est au milieu: Or est-il que le Rameur ne fait pas plus de chemin que le Navire dans lequel il est porté: donc, la rame ne peut pas estre un levier de la seconde espece.

Je répons, que considerant precisément l'action de ramer, le Rameur fait plus de chemin que le Bastiment dans lequel il est porté, puis que sa main estant au delà du scalme vers la pouppe, elle vient au deçà vers la proüe quand il rame.

Coroll. 1. Il sera plus difficile de ramer, quand la longueur de la rame depuis la mer jusques au scalme, sera plus grande.

Coroll. 2. Les Rameurs qui sont plus éloignez du scalme, ont aussi plus

de force, parce qu'ils décrivent un plus grand arc, quoy que peut-estre ils se lassent davantage à cause du grand mouvement qu'ils doivent faire. C'est pour cette raison qu'Aristote dit, que les Rameurs qui sont au milieu, ont plus de force, parce que les rames y peuvent estre plus longues, le bastiment estant plus large en cét endroit.

PROPOSITION V.

La force des Rames.

ON demande d'où vient qu'on peut à force de rames faire avancer sur l'eau de si grands Bastimens, qu'un plus grand nombre de Rameurs ne pourroient remuer s'ils estoient sur terre. Cette difficulté n'est pas particuliere aux rames, mais commune à tous les mouvemens qui se font dans l'eau. Le vent ne pousseroit pas un Navire, & un cheval ne tireroit pas un basteau qui seroit sur terre.

La vraye raison se doit prendre de la facilité avec laquelle l'eau se peut diviser. En effet les corps pesants ne font aucune resistance à un mouvement horisontal, par lequel ils ne s'éloignent pas du centre de la terre. Ainsi la seule difficulté que le mouvement du Navire rencontre, est à diviser l'eau, & à la faire rouler pour prendre la place qu'il quitte. C'est la raison pour laquelle la figure du vaisseau contribuë beaucoup à son mouvement. Comme s'il est taillé à l'avantage pour fendre l'eau, s'il est bien uny & poly; & si on luy a donné le suif, il ira d'une cinquiéme partie plus viste, que quand il est sale.

PROPOSITION VI.

Diverses façons de ramer.

ON pourroit demander quelque maniere de ramer tout à fait dans l'eau; de sorte qu'on n'en retirast point la rame; ce qui serviroit beaucoup en certaines occasions. Il est constant que la façon ordinaire de ramer sans se servir d'autre artifice, seroit inutile si on ne retiroit point la rame de l'eau, parce que l'impetuosité que le rameur imprimeroit au Bâtiment, en tirant la rame à soy vers la prouë, se détruiroit en la repoussant vers la pouppe. Car si nous considerons l'action de ramer, nous la pourrons diviser en deux mouvements. Le premier est celuy par lequel le rameur baissant la main, tire la rame hors de l'eau, & la fait avancer vers la pouppe. Le second est celuy par lequel il hausse la main & frappe l'eau. Que si le plat de la rame étant poussé vers la proüe, rencontroit autant de resistance dedans l'air, que l'eau luy en fait, quand il la frappe, le Navire recevroit des mouvements contraires qui se détruiroient l'un l'autre: mais parce que l'air fait peu de resistance à la rame, & que l'eau luy en fait beaucoup, il ne se produit qu'un mouvement. Le même arrive quand nous marchons; l'air ne resiste presque point à nos pieds, & la terre leur resiste tout à fait. Ainsi tous ces mouvements se font avec plus de facilité, dans deux sortes de milieu; comme sont dans la Navigation l'air & l'eau; & dans le marcher, l'air & la terre. Parlant neantmoins ab-

ſolument, on peut ramer ſans retirer la rame de l'eau, puiſque les Poiſſons nagent & rament dans l'eau ; & que les Oyſeaux volent dans l'air : l'artifice de l'un & de l'autre, conſiſte en ce que les nageoires des Poiſſons ſe peuvent plier, & eſtant pliées ne rencontrent pas beaucoup de reſiſtance, à eſtre pouſſées en avant, particulierement, ſi elles couppent l'eau de biais ; mais dans le retour elles la frappent du plat, & de toute leur largeur. Pareillement les poils des plumes ſont tellement rangez, que d'un côté ils cedent à l'air ; mais il luy reſiſtent beaucoup de l'autre. De méme, ſi on avançoit la rame de biais & comme en fendant l'eau ; & que dans le retour elle la frappât de toute ſa largeur, il n'y a point de doute qu'on pourroit ramer ſans la retirer de l'eau.

On ſe ſert quelquefois d'une façon de ramer, ſur laquelle on peut faire reflexion. L'on attache une rame à la pouppe d'un Eſquif, à peu prés comme un gouvernail, puis on la remuë en la pouſſantà droite & à gauche ; elle imprime ainſi un mouvement fort conſiderable à l'Eſquif. Il eſt à croire que c'eſt de cette façon que la queüe des Poiſſons leur ſert, non ſeulement pour ſe conduire, mais encore pour aller plus viſte.

PROPOSITION VII.

Les defauts des Rames.

IL me ſemble que la façon ordinaire de ramer a beaucoup de defauts. Le plus conſiderable de tous, eſt que les Vaiſſeaux de haut bord, ne ſe peuvent pas ſervir de rames, parce que pour faire que le bout de la rame touchaſt l'eau, il faudroit porter le giron trop haut. On pourroit neantmoins en tirer de grands avantages, ſoit durant un calme, ſoit pour donner la chaſſe à un autre Vaiſſeau, ou méme pour eſchaper. Le P. Fournier aſſeure avoir connu un fameux Armateur qui ſe ſervoit fort bien de la rame, méme quand ſon Vaiſſeau avoit pluſieurs ponts. Car faiſant paſſer une rame dans chaque Sabort d'embas, & mettant cinq hommes ſur chaque rame de 35. pieds de long, il prenoit un grand avantage ſur ſon ennemy, & ſe garantiſſoit d'une côte, pouvant facilement avancer 4. ou 5. lieües le jour, pendant quelque calme que ce fût, avec un Vaiſſeau de 400. tonneaux. Il raporte du méme, qu'il fit bâtir un Vaiſſeau d'un ſeul pont qui avoit 100. pieds de quille, & 24 pieds & demy de Bau, de dedans en dedans ; 8. de creux, & 68. de Maſt, portant 26. pieces de Canon, qui eſtoit le plus leger qu'il eût veu. Les rames des Galeres ſont de 54. pans de long, & de 9. poulces. On nomme toutes les rames la Palamente.

Je trouve encore d'autres defauts dans la façon de ramer. Le premier eſt, qu'on a plus de peine en avançant la rame vers la proüe, & la ſoûtenant hors de l'eau, qu'en la tirant à ſoy, c'eſt à dire dans la propre action de ramer. Le ſecond eſt, que les mouvements ſont contraires, de ſorte que le branle & l'impetuoſité qu'on peut acquerir par un de ces mouvements, ne nous ayde point à produire l'autre, mais ſe doit perdre auparavant. C'eſt pour quoy nous preferons toûjours les machines circulaires, leſquelles ayant le mouvement uniforme, le peuvent facilement continuer, quand elles l'ont une fois commencé, à celles qui ne l'eſtant pas, ne le produiſent que par repriſes. C'eſt ce qui m'avoit une fois donné la penſée que deux roües garnies de petites aiſles, comme

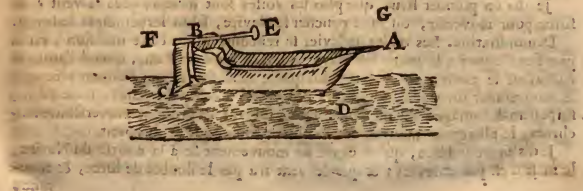
d'autant de rames, estant posées d'un côté & d'autre d'un Batteau, le pourroient faire avancer beaucoup mieux que ne faisoient les rames, & ce pour trois raisons. La premiere, parce que l'action de ramer ne seroit jamais interrompuë : La seconde, parce que le mouvement n'estant point composé de mouvements contraires, il pourroit tres-facilement estre continué, & augmenté : La troisiéme, parce que cette façon de ramer pourroit estre utile aux Vaisseaux de hauts bords. Neantmoins l'ayant mis en pratique, j'ay éprouvé le contraire, parce que les ailes de ces roües ne faisoient qu'effleurer l'eau, ou si elles entroient un peu avant, elles la poussoient trop de biais, & obliquement. Pour eviter ces défauts, on fait les rames d'une longueur raisonnable ; mais ces roües ne pouvoient estre aussi grandes que des rames, à cause de l'embaras qu'elles donneroient. Ainsi il arrive fort souvent, que les inventions qu'on croit excellentes, ne reüssissent pas comme on se l'estoit imaginé.

PROPOSITION VIII.

Du Gouvernail.

PLusieurs s'étonnent de ce que le Gouvernail qui n'a de largeur qu'un pied, ou fort peu davantage, peut détourner avec tant de facilité, de si grands bâtiments. On demande le principe d'une si grande force, & à quelle sorte de machine on le doit raporter. Je dis que celuy qui tient le Gouvernail, n'est pas la cause du mouvement du Navire, mais que c'est le vent, ou la mer. Car si on met le Timon à la Bande dans une bonace, on ne produit aucun mouvement ; donc ny le Gouvernail ny celuy qui le tient, ne produisent aucun mouvement ; mais determinent seulement celuy que le vent ou les rames impriment au Navire, en le poussant d'un côté ou d'autre.

Demonstration. Qu'on propose le Navire A B, & que B C en soit le Gouvernail, posé de biais, pendant que A B est porté en avant, à force de voiles ou de rames : il est evident que B C rencontre la Mer, qui frappe contre, & ce avec une force égale à la viteſſe du Navire : donc l'eau pousse l'arriere B, vers F, & ainsi la pouppe ira vers D. D'où je tire cette consequence, que le Navire qui va plus vîte, obeït plus promptement au Gouvernail ; mais celuy qui tient le Timon a plus de peine à resister à l'eau qui le frappe, de sorte que de gros temps, on est quelquefois obligé d'y mettre deux ou trois hommes.



C'eſt ſuivant ce principe qu'on donne une forme particuliere à l'arriere du Vaiſſeau, ne commençant à poſer la liſſe de Hourdy, qu'au deſſus de l'étambord, au lieu de la mettre immediatement ſur la quille, afin que le Gouvernail rencontre plus d'eau, & trouve plus de reſiſtance.

Je pourrois expliquer la raiſon que j'ay apportée par quelques exemples. Le premier ſeroit d'un plan incliné, lequel n'étant pas cauſe du mouvement d'une boule pefante qui roule deſſus, ne laiſſe pas de le détourner, ou à droite ou à gauche. Le ſecond, d'un Carroſſe pouſſé par derriere par pluſieurs hommes; s'il arrive qu'en détournant le timon, on faſſe gauchir les roües de devant; le mouvement ſuivra cette determination, quoy que celuy qui les détourne ne cauſe aucun mouvement. Il n'en eſt pas de même d'un Batteau porté par le ſeul courant d'une Riviere: car on a plûtôt beſoin d'une rame, que d'un veritable gouvernail pour le conduire; parce que l'eau ne faiſant aucune impreſſion, n'a point auſſi de force pour le détourner: on ſe ſert donc d'une grande rame, qui eſt un veritable levier.

Ainſi le gouvernail ne peut avoir lieu que dans la mer, ou ſur un lac, ou ſur quelque autre eau immobile: ou ſi elle ſe meut, il faut que le Baſtiment aille contre ſon cours; ou s'il va ſelon le fil de l'eau, qu'il ait une plus grande viteſſe. C'eſt pourquoy nous voyons qu'en remontant un Fleuve à la voile, ou allant contre la marée, le gouvernail a beaucoup de force, & détourne le Navire preſque tout d'un coup: de ſorte que ſi le lict de la Riviere eſt étroit, il faut prendre garde à bien tenir le gouvernail en raiſon, eſtant arrivé quelquefois qu'un ſeul coup donné mal à propos, a fait tourner un Navire ſi viſte, qu'il l'a mis en danger de ſe briſer.

Le timon, orgeau, ou manche du gouvernail, eſt un veritable levier; de ſorte que plus il eſt long, plus il eſt facile de le tenir: & c'eſt pour cette raiſon que les Galeres ne pouvant avoir un timon bien long, à cauſe qu'eſtant dans la chambre de pouppe, il incommoderoit beaucoup, on eſt obligé de mettre des poulies de coſté & d'autre, pour augmenter les forces de celuy qui le tient.

PROPOSITION IX.

Des Voiles.

L'Experience fait voir que plus les voiles ſont hautes, plus le vent a de force, & plus le Navire va viſte. On demande ſi le maſt eſt un levier, & ſi la force du vent augmente, ſelon la longueur du meſme maſt.

Je dis en premier lieu, que plus les voiles ſont hautes, plus le vent a de force pour renverſer, ou faire pancher le Navire, ſelon les principes du levier.

Demonſtration. Les regles du levier ſe rencontrent en cette occaſion: car la mer ſert d'appuy; la partie du Navire qui ſort hors de l'eau, quand l'autre ſe baiſſe, eſt le poids; & d'autant plus que le maſt ſera long, d'autant plus auſſi le mouvement du vent s'augmentera, eu égard à celuy du poids, c'eſt à dire, ſurpaſſera davantage celuy du poids. Donc ſuivant le principe univerſel des machines, le plus grand mouvement y a plus de force, que le plus petit.

Je dis en ſecond lieu, qu'eu égard au mouvement & à la courſe du Navire, le maſt n'eſt pas un levier; & que le vent n'a pas le double de force, & n'imprime

prime pas une double viteſſe, quand les voiles ſont une fois plus hautes.

Demonſtration. Le levier a ſeulement lieu, quand par ſon moyen on augmente le mouvement de la puiſſance par deſſus celuy du poids ; or eſt-il que le vent ne ſe meut pas davantage, ſoit que les voiles ſoient hautes, ſoit qu'elles ſoient baſſes ; donc le maſt en cette occaſion ne fait pas l'office d'un levier. Ce que j'explique par cet exemple. Qu'on éleve un maſt au milieu d'un chariot, & qu'on attache une corde au ſommet, puis au milieu, & enſuite au pied de ce maſt, à laquelle on attele des chevaux. Il eſt certain que plus la corde ſera haute, plus ils renverſeront facilement le chariot ; mais ils n'auront pas plus de force pour le faire courir, puis qu'ils ne font pas plus de chemin que le chariot: autrement nous devrions ajoûter un maſt aux carroſſes, pour donner plus de force aux chevaux. La difference de ces deux effets eſt aſſez claire. Le mouvement du vent devient plus grand que celuy de la partie du Navire, qui ſort hors de l'eau, quand le maſt eſt plus grand, puiſque l'un & l'autre mouvement ſe fait autour du meſme centre : mais le mouvement du vent ne s'augmente pas par deſſus celuy du Navire qui eſt pouſſé, & qui fait autant de chemin que luy.

On peut apporter l'experience contre la raiſon que je donne. Car enfin il eſt aſſûré que le Navire va plus viſte, lorſque les voiles ſont plus hautes.

Mais je réponds que cela vient de ce que le vent eſt plus frais en haut qu'en bas ; c'eſt à dire que les parties du vent qui courent ſur la ſurface de la Mer en ſont un peu arrêtées, & celles qui en ſont plus éloignées ne rencontrent pas cet obſtacle. Secondement, puiſque toute ſorte de mouvement imprimé à un corps, va de ſa nature par ligne droite ; la ſurface de la Mer étant courbe, nous met à l'abry d'une partie du vent, quand nous en ſommes proches ; ainſi plus le vent en eſt éloigné, plus il a de viteſſe.

On pourroit encore objecter, que plus le vent s'éloigne de la terre ou de la mer, plus il décrit un grand cercle ; donc il a plus de force. Je réponds que l'excés du cercle que la partie du vent qui frappe le ſommet du maſt, décrit par deſſus celuy de la partie qui touche la mer, eſt ſi peu conſiderable, qu'on n'y doit pas faire reflexion, n'emportant que la longueur du maſt ſur douze cens lieües.

PROPOSITION X.

Si le vent d'arriere eſt plus avantageux, qu'un vent de côté.

CEux qui ont un peu voyagé ſur mer, ſçavent aſſés, qu'on ne navige pas ſeulement quand le vent eſt en pouppe ; mais encore quand il eſt de côté, ou de quartier. J'appelle vent d'arriere, celuy qui eſt tellement en pouppe, qu'il ſouffle directement vers l'endroit où nous allons : vent de côté, celuy qui en eſt éloigné d'environ 45. degrés : vent de quartier, quand il en eſt éloigné d'un quart de cercle : & vent de bouline quand il en eſt éloigné plus d'un quart de cercle. On demande donc, s'il eſt plus avantageux d'avoir le vent d'arriere que celuy de côté, pourveu qu'il n'en ſoit pas plus éloigné que de 45. degrés : par exemple, ſi allant au Nord, le Navire ira plus viſte avec le ſud, qu'avec le ſud-eſt, ou ſudoüeſt.

Il faut icy faire une difference à l'égard des voiles ; car ou le bâtiment n'a qu'une voile, ou il en a pluſieurs l'une devant l'autre. S'il n'en a qu'une,

ou même deux triangulaires ; je croy qu'il eſt plus avantageux d'avoir le vent d'arriere, parce que pouſſant plus directement, il doit avoir plus de force. J'ay dit, ou deux triangulaires : parce que pour lors on les croiſe, ce que nos Marſeillois appellent *navigher eſpaze poignan* ; & la grande voile ne dérobe pas entierement le vent au trinquet. Si le Vaiſſeau a 4. voiles l'une devant l'autre, je dis qu'il eſt plus avantageux d'avoir le vent un peu de côté, autrement les voiles du grand maſt dérobent le vent aux voiles de l'avant, & les rendent tellement inutiles, qu'elles battent, ou ſont collées contre le maſt. Mais quand le vent eſt un peu de côté, toutes les voiles ſervent, & font leur devoir, parce qu'elles reçoivent une plus grande étenduë de vent.

PROPOSITION XI.

Combien de vents peuvent ſervir en tenant une route.

IL n'y a rien qui ſoit ſi ſurprenant, que de voir deux Vaiſſeaux qui par un même vent, tiennent des routes tout à fait contraires : de ſorte que le vent étant au Nord, un Navire ira à l'Oüeſt, & l'autre à l'Eſt, & les deux proües ſe pourront choquer. On dit qu'André Dorie navigeant ſur le

Lac Majour, & ſe ſervant à l'ordinaire de la Mer, d'un vent de Bouline: les Mariniers de ce Lac, qui ne ſçavoient ſe ſervir du vent, que quand ils l'avoient entre deux écoutes, furent tellement ſurpris, qu'ils le prirent pour un ſorcier. C'eſt ce que j'entreprends d'expliquer ; & pour cela, je ſuppoſe que toute la difficulté de faire avancer un Navire, venant de la reſiſtance que fait l'eau à eſtre diviſée, il ira bien plus facilement par la proüe, que de côté. Car ſa figure contribuë ainſi à ſa viteſſe : c'eſt à dire qu'il va beaucoup plus vîte, parce qu'il eſt taillé en pointe par le devant, & que ſes côtés qui s'élargiſſent peu à peu, ne donnent aucune priſe à l'eau, la laiſſant couler doucement, ſans luy beaucoup reſiſter. Mais il eſt tres-difficile de pouſſer un Vaiſſeau de côté, à cauſe de la grande diviſion, ou circulation qu'il doit produire

dans l'eau. Il faut encore remarquer que les Bâtiments fort plats, qui péchent peu, & qui n'ont pas une longueur raisonnable sur leur largeur, ne vont presque point de bouline, ainsi que sont les Saiques de Turquie, lesquelles allant tres-bien d'un vent d'arriere, ne tiennent point ferme contre le vent de bouline, mais derivent entierement.

Je dis donc, que si le Vaisseau est bien fait, de trente-deux vents, on se peut servir de 22. ou 23. Car supposons que le Navire A va au Nord; il n'y en a d'inutiles pour tenir cette routte, que depuis le quart du Nordoüest à l Oüest, jusques au quart du Nordest à l'Est, c'est à dire onze rumbs : & méme un bon Pilote se peut servir des deux derniers que j'ay nommés : de sorte que pourveu que le vent soit éloigné de 6. pointes de la route qu'on doit tenir, il pourra servir.

La raison de cette pratique est fondée sur la grande resistance, que l'eau fait au mouvement oblique du Navire : c'est pourquoy il suit la moindre determination qu'on luy donne pour aller plûtost en avant qu'en arriere, quoy qu'on le pousse de biais. Or la voile peut estre détournée de telle sorte, qu'elle fasse un angle à peu prés de 45. degrés avec la quille du Vaisseau : donc si le vent est éloigné de 6. points c'est à dire de 66. degrez, il fera encore enfler la voile du côté de l'avant : ainsi le mouvement de travers, sera facilement changé en mouvement direct. Et quand la difficulté à se mouvoir obliquement sera plus grande, ce changement sera plus facile. J'ay veu un Vaisseau qui n'alloit presque pas à la bouline, mais dérivoit entierement, lequel fut rendu tres-propre par une seconde quille qu'on adjoûta au dessous de l'ordinaire; car de cette sorte l'eau qu'il devoit pousser, luy resistant beaucoup, il n'avoit presque plus de derive. Cela se doit entendre de beau temps, car si le vent estoit trop fort, il seroit bien difficile de s'en servir de bouline, à moins que de deriver beaucoup, ce qui seroit quelquefois de demy lieüe par heure. D'où je concluds que la derive est fort respective à la taille, & au garbe du Vaisseau.

Que si le vent vient par devant, on ne s'arrête pas pour cela, mais on fait des bordées tantôt à droite, tantôt à gauche : & si l'on n'avance pas beaucoup, au moins on ne retourne pas en arriere. On peut encore prendre une route differente, mais la moins éloignée de celle qu'on devroit tenir.

PROPOSITION XII.

Ce qu'on doit faire pendant les tempestes.

VOicy à peu prez l'ordre qu'on tient de gros temps. On commence par abbattre les plus hautes voiles, c'est à dire les perroquets. Le temps grossissant, on abbat les huniers, reservant la seule grande voile, avec le trinquet. Que si le vent augmente, on abbat la grande voile, puis le bourcet & pour ne donner aucune prise au vent, on abbat les vergues, & les masts de hune, & on se laisse aller à sec; c'est à dire à masts, & à cordes, gouvernant le plus droit qu'on peut. Mais quand la Mer est si haute qu'elle frappe le voûtis de l'arriere, & qu'il est à craindre qu'un coup de mer n'emporte la dunette, on presente le costé au vent, & à la vague, & ce d'un

rumb, & demy de vent, afin que la vague ne frappe qu'en gliſſant. On cherche quelque rade où l'on ſe puiſſe ſauver ; & quand on y eſt arrivé, on met le cap au vent, ou à la marée, ſi elle eſt plus grande que le vent. Dans l'extremité on couppe les maſts hors du maſt d'avant.

Eſtant fort faſcheux d'aller à maſts & à cordes, parce que le vent ne tenant point en raiſon le Navire, par le moyen de la voile, la vague s'en jouë, & le tourmente extraordinairement ; il ſeroit bon de retenir une petite voile, mais auſſi il ſeroit dangereux que le vent n'emportaſt le Navire bien loing : quoy que ſouvent on n'ait pas beaucoup d'eau à courir. Quelques-uns, pour empeſcher le Navire d'aller ſi viſte, jettent l'ancre, lequel encore qu'il ne touche pas la terre, arreſte neantmoins beaucoup le Vaiſſeau. Ie ne puis paſſer ſous ſilence une invention nouvelle : L'eſſay en fera découvrir la bonté. Vn honneſte homme de Lyon nommé Monſieur Caſe, ayant remarqué tres-judicieuſement que les flots de la Mer eſtoient fort differens des courans, en ce que par le flot, l'eau ne fait que s'élever ſans changer de place, comme on le peut voir, en jettant quelque bois dans la Mer, lors meſme qu'elle eſt agitée : car il balancera dans une vague, ſe baiſſant & s'élevant avec elle ; ſans peut-eſtre avancer quatre ou cinq pas dans un quart d'heure. Il jugea que ſi on jettoit une antenne dans la Mer, avec ſa voile chargée par le bas de quelques boulets de Canon, de ſorte que le Navire fût contraint de la tirer aprés ſoy, avec toute l'eau qu'elle renfermeroit ; ſans doute il en ſeroit arreſté, & pourroit ſouffrir une petite voile, ſans toutesfois faire beaucoup de chemin. Il en fit pluſieurs experiences de gros temps, dans des petits baſtimens, qui luy reüſſirent fort bien. Il remarqua meſme un effet avantageux qu'il n'avoit pas preveu : C'eſt que par ce moyen il rencontroit une ſorte de bonace tout autour de ſon vaiſſeau, parce que l'eau qui eſtoit renfermée dans cette voile, eſtant comme ſeparée de l'autre, n'eſtoit plus agitée par le mouvement commun, mais briſoit l'impetuoſité des flots. Cette penſée meriteroit bien qu'on en fit pluſieurs experiences, pour en eſtre aſſeuré, puiſque l'utilité qu'on en pût tirer, n'eſt pas petite.

PROPOSITION XIII.

Des Ancres.

L'Vſage des Ancres eſt aſſez connu, qui n'eſt autre que pour arreſter les Navires, & les tenir en rade. On s'en doit ſervir dans les Ports les plus aſſeurez, parce qu'autrement le Vaiſſeau ſeroit en danger d'échoüer, ſi l'Ancre ne le tenoit en raiſon ; ce qui nage ſur l'eau eſtant ſuſceptible de tous les mouvemens.

On ne jette point l'Ancre en haute Mer, quand la profondeur eſt plus grande, que de 40. ou 50. braſſes ; parce que l'Ancre ne prendroit pas. En effet, afin qu'il entre dans la terre, il le faut tirer de loing, & pour le plus, par l'Angle de 45. degrez ; car ſi vous eſtes à pic deſſus luy, vous le dégagez entierement. Les Ancres à quatre bras ne portent point de Jas ou eſſieu, parce que de quelque façon qu'ils tombent, il ne ſe peut faire, qu'une des pattes ne rencontre la terre. Mais les Ancres à deux en doivent avoir un, qui ſoit dans un

plan perpendiculaire à celuy des bras, parce que cét essieu de bois se rangeant horisontalement dans l'eau, ou sur la terre, fait que l'Ancre luy presente toûjours une de ses pattes.

Quoy que j'aye dit, qu'on ne jette pas l'Ancre à plus de 40. ou 50. brasses; je sçay neantmoins qu'un Vaisseau de guerre de France estant surpris d'un gros temps dans le Golphe de Lyon, & estant en dangér d'eschoüer, se sauva en jettant l'ancre à plus de soixante brasses: mais on avoit espicé deux, ou trois cables, l'un à l'autre; car plus le cable est long, moins il travaille; parce que cedant par sa longueur à l'impetuosité du vent, avant qu'il soit tendu, & fasse effort contre l'ancre, celuy du vent qui n'agit que par bouffées, est passé.

PROPOSITION XIV.

La maniere de traverser une Riviere par Batteau sans ramer.

APrés avoir expliqué ce qui regarde la Navigation en general, j'ay creu qu'il seroit bon d'adjouster icy quelques curiositez, touchant celle qui se fait sur les fleuves: dont la premiere est, le moyen de passer une Riviere par batteau, sans estre obligé de ramer.

Cette invention me surprit fort, la premiere fois que je la vis, n'en pouvant comprendre l'artifice. On tend une corde d'un bord à l'autre, y plantant deux masts fort haut, afin que les batteaux qui descendent, passent par dessous. L'on fait passer dans cette corde un bois garny de quelques poulies, afin qu'il puisse glisser plus facilement le long de la corde. On attache une autre corde à ce bois, laquelle va jusqu'au batteau; non pas à la prouë, mais à un de ses costez, entre la prouë, & le milieu, comme la figure le montre; ainsi le batteau passera de l'autre costé du fleuve, de soy-mesme, & sans qu'on prenne la peine de ramer.

Demonstration. Selon les regles du Centre de gravité, qu'on peut facilement appliquer à cette matiere, prenant le cours du fleuve pour la ligne de direction; le batteau ainsi attaché doit tellement se ranger qu'il presente un flanc à l'eau de la Riviere qui descend; & qu'le prenant de biais, le poussera necessairement à l'autre bord; de sorte qu'il tirera aprés soy le bois qui peut glisser le long de la premiere corde. Ce qui me donnoit de l'estonnement, estoit que je croyois que ces poulies tiroient le batteau, ne pouvant pas juger que ce fût le batteau qui les tiraſt aprés soy. Au retour, on attache la corde à l'autre flanc du batteau, qu'il presente de mesme façon au cours de la Riviere, & ainsi il est poussé à l'autre bord. Cette invention s'appelle communément une Traille, & reüssit mieux sur une Riviere rapide, comme le Rosne, que sur les autres qui ne le sont pas.

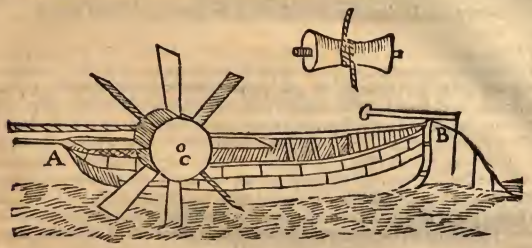
PROPOSITION XV.

Naviger contre le courant d'un fleuve rapide sans rames, sans voiles, & sans tirer le batteau.

CEtte proposition semble un paradoxe, elle est neantmoins tres-veritable, & éprouvée. On peut mesme adjouster que plus le fleuve sera rapide, plus on le remontera facilement, & qu'on évitera la pluspart des difficultez qui se rencontrent à tirer les batteaux contre le courant de la Riviere. Car ordinairement, on évite le fil de l'eau, & on tasche de choisir les endroits qui sont les moins rapides, quand on fait remonter les batteaux; ce qui les fait assabler fort souvent. Mais cette methode choisit toûjours l'endroit le plus rapide; elle ne se sert point de chevaux, ce qui est un espargne bien considerable, puisque nous voyons que pour tirer une barque chargée de sel dessus le Rosne, on employe jusques à cinquante & soixante chevaux, qui sont sujets à beaucoup de malheurs; estant quelquefois arrivé qu'un coup de gouvernail donné mal à propos, a tiré dans la riviere, & fait noyer vingt ou trente chevaux. Je laisse les autres accidens ausquels cette methode n'est point sujette.

Que le Batteau qu'on veut faire remonter soit A. B. On y adjouste deux rouës faites comme celles des Moulins, engagées dans un mesme aissieu: Celles que nous avons veuës avoient douze pieds de diametre, & l'aissieu trois ou quatre. On les place tellement sur le bord de la barque, qu'on puisse les hausser, ou baisser par le moyen d'une bacule, pour prendre autant d'eau, qu'on voudra. L'aissieu n'est pas tout à fait cylindrique, mais plus creux vers le milieu; de sorte que le cable ne fait que deux ou trois tours: il ne court pas le long du cylindre, mais retombe toûjours au milieu, comme on le pratique aux Cabestans, & virevaux. On doit aussi avoir des cables fort longs, afin qu'on s'en puisse servir alternativement.

On attache un des bouts du cable à un pieu, à un arbre, ou à quelqu'autre chose immobile qui se rencontre sur le bord, & l'autre bout à l'aisieu des rouës. Ainsi le batteau estant dans le courant de l'eau, remonte sans qu'on le tire.



Demonstration. La resistance que fait le courant de l'eau, au batteau qui remonte, est finie; & se trouve plus petite, quand le batteau en remontant va plus doucement: La force de la Riviere, à faire rouler les rouës, est trois fois plus grande; puisque quand le batteau remonte trois ou quatre pieds, la circonference des rouës, par lesquelles le fleuve agit, en fait douze.

Nous en avons veu l'experience à Lyon, non seulement dans un batteau vuide; mais encore dans une grande barque de sel. Monsieur de Graville a trouvé cette invention qui est fort bonne. Or j'advertis que la raison pour laquelle on n'a pas continué à s'en servir, ne vient pas du défaut de la machine, puis qu'ainsi on espargne plus des trois quarts de la dépense, comme il me l'a advoüé, & demontré; mais de quelques contrarietez particulieres, qu'on luy fait. Ce que je remarque exprez, afin que si on ne remettoit pas cette invention sur pied, on ne la laissast pas perdre, sur cette fausse persuasion, qu'il faut qu'elle ne soit pas bonne, puis qu'on ne la continuë pas.

Il est aysé de surmonter plusieurs difficultez qui se peuvent rencontrer dans la pratique, comme pour transporter les cables, on se sert de deux chevaux. Il faut aussi avoir quelque invention pour plier promptement le cable, ce qui se peut faire dans un petit batteau, à costé de la grande barque, par le moyen d'un grand tour de quatre, ou cinq pieds de diamette. Il faut encore estre habile pour changer les cables, & ne perdre point de temps. On en doit avoir pour le moins deux: le meilleur seroit d'en avoir trois, & de fort longs Les barques de sel tirées par cinquante ou soixante chevaux viennent de la Mer à Lyon, dans trente-trois ou trente-quatre jours: On en a employé quarante-deux par cette invention, n'ayant qu'un cable; & selon la supputation qu'on en fait, on perdoit la moitié du temps à changer le cable: d'où je concluds que quand le Rosne est assez fort, on peut remonter en dix-huit ou vingt jours, n'ayant que deux chevaux, & moins de monde, que dans les trains ordinaires Il faut couvrir le sel d'une toile poissée à l'endroit que passe le cable, lequel estant moüillé, en feroit fondre beaucoup. Cette invention peut reüssir sur toutes les Rivieres de France, en hyver: excepté sur la Saône.

PROPOSITION XVI.

Faire passer les batteaux d'un fleuve à un autre de different niveau.

IL peut arriver qu'on veüille joindre deux fleuves de differens niveaux, pour faciliter le commerce, & qu'on ne puisse pas neantmoins mesler leurs eaux, parce que celuy qui est plus élevé, se jettant dans le lit du second, y pourroit causer du desordre, & inonder la campagne. Les retenant donc tous deux dans leurs lits, & mesme les separant par une bonne muraille, on propose de faire passer les batteaux d'une Riviere à l'autre. Le Duc de Toscane a fait un Canal depuis Livourne, jusqu'à Pise, qui est fort commode pour transporter les Marchandises. Ce Canal a le niveau un peu plus bas que celuy de l'Arne, duquel il est separé par une bonne muraille; Et on fait passer les batteaux de l'un à l'autre, en les tirant par le moyen d'une rouë par dessus cette muraille, qui est faite en dos d'asne; attachant les batteaux premierement par la prouë, & les tirant sur la muraille, puis les attachant par la pouppe. Mais cette invention n'est pas bonne, parce que les batteaux se gastent plus à passer une fois sur cette muraille, qu'en plusieurs mois de Navigation.

C'est pourquoy il seroit plus à propos de faire une chambre capable de recevoir deux ou trois batteaux, laquelle eût deux portes, l'une pour aller au fleuve le plus élevé, & l'autre du costé du plus bas. Si vous voulez faire passer un batteau de bas en haut, ouvrez la porte d'embas, & faites entrer le batteau dans la chambre: & cette porte estant fermée, ouvrez celle d'enhaut, l'eau entrant dans la chambre, la mettra à niveau du fleuve d'en haut, & donnera passage au batteau. Que si au contraire, vous voulez faire descendre un batteau: La porte d'embas estant fermée, ouvrez celle d'enhaut, & mettez la chambre à niveau du plus haut fleuve: puis faisant entrer le batteau, fermez la porte d'en haut, & ouvrez doucement celle d'embas, l'eau décroistra dans la chambre, & le batteau pourra sortir en asseurance, quand elle sera à niveau du second fleuve.

Fin du premier Livre.

L'ART

DE L'ART DE NAVIGER.

LIVRE SECOND.

Les principes de la Sphere & de l'Astronomie, necessaires à la Navigation.

IAMAIS *un Pilote ne sera fort habile dans sa profession, s'il ne sçait un peu d'Astronomie ; car comme il se doit regler sur le mouvement des Astres, il tombera dans une infinité d'erreurs, s'il ne connoist ces mesmes mouvemens, & sa conduite ne sera pas plus reguliere que ces observations. Il faut aussi qu'il sçache assez d'Arithmetique pour faire une regle de trois, & pour se servir comme il faut des Tables, des Sinus, des Tangentes, des Secantes, & des Logarithmes. Celles de Wlac me semblent les meilleures de toutes ; & c'est sur celles-là que je fonde une partie des pratiques que je donne. I'explique quelquefois des choses qui paroissent fort claires, & je descends souvent au particulier, pour me rendre plus intelligible. Ie tâcheray aussi, pour contenter les Sçavans, de demontrer tout ce que j'avanceray, excepté quelques principes de Trigonometrie & d'Astronomie, que j'ay demontrez ailleurs.*

PROPOSITION PREMIERE.

La Terre & la Mer font un globe.

IL ne me sera pas difficile de persuader la verité de cette Proposition à des personnes, qui estant souvent sur mer, découvrent en mesme temps une partie considerable de ce globe. En effet, cette rondeur paroist si bien à l'œil, que j'ay rencontré des gens de Marine, qui ne pouvoient assez s'étonner qu'il se fust trouvé autrefois des Philosophes, qui crûssent que la terre n'estoit pas ronde. Ainsi je me contenteray d'en proposer une demonstration, tirée de l'experience qu'ils peuvent faire tous les jours.

Demonstration. Si la Terre & la mer ne faisoient pas un globe parfait, on ne pourroit pas donner raison d'une experience ordinaire, qui est que ceux qui navigent, ou qui font voyage dans une grande Plaine, découvrent le sommet des Montagnes, & les pointes des Clochers, avant que d'en découvrir le pied.

Car si la terre estoit plate, comme nous la represente la ligne A B ; estant au poinct B, on distingueroit mieux le point A, duquel on est plus proche, que le point G plus éloigné. Mais si vous supposez que la terre est ronde, vous pourrés facilement expliquer cette experience. Car celuy qui est dans le Navire au point D, ne peut voir que le sommet de la Tour C, quoy que celuy qui est à la hune F, en découvre le pied E. Il en est de mesme d'un Vaisseau, qu'on découvre de loin ; on n'en peut voir que les voiles, mesme avec la lunette de longue veuë.

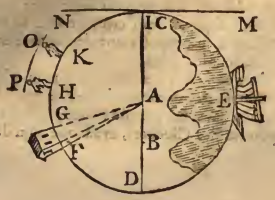
J'ajoûte que cette convexité est spherique, puis qu'elle est esgle de toutes parts ; la mesme montagne se découvrant de tous costez, en mesme distance.

PROPOSITION II.

Le centre de la Terre, est le lieu le plus bas du monde.

JE dis de plus, pour former l'imagination de ceux qui commencent, que le centre de la Terre, est le lieu le plus bas du monde.

Demonstration. La figure de la terre est spherique, ainsi que je viens de démontrer ; & les corps pesants sont portez en bas vers la terre, par une ligne perpendiculaire à sa surface comme si la ligne IM touchoit la terre : au poinct I, les corps pesants seroient portez en bas, par la ligne I A ; or *(par la 18 du 3. d'Euel.)* la ligne perpendiculaire à celle qui touche un cercle, passe par le centre ; donc toutes les lignes, par lesquelles les corps pesans tombent vers la terre, doivent passer par son centre, & se rencontrer en ce poinct, qui ne peut estre que le lieu le plus bas du monde.



Cor. De ce principe on tire ordinairement plusieurs consequences, qui servent à corriger, & à former l'imagination. Premierement, si on perçoit la terre, selon la ligne I B, & qu'on laissast tomber deux pierres, l'une d'un costé, & l'autre de l'autre, elles se rencontreroient, & s'arresteroient au milieu. 2. Quoy que les Antipodes ayent les pieds opposez les uns aux autres, ils n'ont pas pour cela la teste en bas : car tant celuy qui est en I, que celuy qui se trouve en D, ont les pieds vers le poinct A, que nous supposons estre le lieu le plus bas : ils ont donc les pieds en bas, & la teste en haut. 3. On ne monte pas, & on ne descend pas aussi, soit qu'on navige du Nord au Sud, ou du Sud au Nord, ou de l'Oüest à l'Est : parce qu'on ne s'éloigne pas davantage du poinct A, ce qu'il faudroit faire pour monter, comme il faudroit s'en approcher, pour descendre. 4. Ce qu'on dit ordinairement, que la teste fait plus de chemin que les pieds, est veritable : ainsi quand on navige, le bout du mast décrit un plus grand cercle que son pied. 5. On peut faire le tour de la terre, en suivant la mesme route, car on retourne au mesme lieu d'où on estoit party.

On peut aussi facilement concevoir, que sans les montagnes, & la hauteur des falaises, qui servent de digues à la mer, elle devroit couvrir toute la terre. Il est vray que les montagnes empeschent qu'elle ne soit une boule parfaite ; mais ce defaut n'est pas considerable, si on le compare avec sa grandeur.

PROPOSITION III.

La terre est sensiblement au centre du Ciel, & n'est qu'un point à son égard.

SI la terre n'estoit pas sensiblement au centre, on ne verroit pas de tous les points de sa surface, la moitié du Ciel, comme l'on fait : Et deux estoiles diametralement opposées, comme sont l'œil du Taureau, & le cœur du Scorpion, ne le feroient pas, à l'égard de tous les hommes : & l'une ne se leveroit pas, quand l'autre se couche : mais on les verroit toutes deux sur l'horison, en mesme temps.

Car supposons que la terre fust au poinct A, notablement éloigné de B, centre du Ciel, & que la ligne C D fust l'horison de ceux qui habitent en E : quoy que les estoiles paroissent toutes deux à l'horison, elles ne seroient pas pour cela diametralement opposées : de sorte que quand le Ciel rouleroit, l'estoile qui estoit en C, estant transportée en D ; celle qui estoit en D, n'arriveroit pas

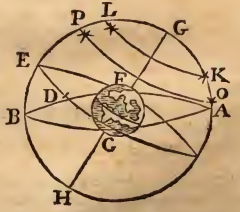
en C, mais se trouveroit encore sous l'horison; ce qui toutefois est contraire à l'experience.

Je dis pour la méme raison; que la terre n'est qu'un point à l'égard du Ciel, puis qu'en quelque endroit de sa surface qu'on se trouve, on en découvre toûjours la moitié.

PROPOSITION IV.

Le Soleil a deux mouvemens.

ON doit remarquer deux mouvemens dans le Ciel. Le premier est commun ou general, par lequel toutes les Estoiles, & toutes les Planettes, roulent châque jour de l'Orient, à l'Occident, au tour de deux points immobiles qui sont les deux poles du monde.



Demonstration. Le Soleil, la Lune, les autres Planetes, les Estoiles fixes, les Cometes, la voye de lait, & generalement tout ce que nous découvrons dans le Ciel, commence à paroître du côté de l'Est, s'éleve peu à peu jusques au Meridien, puis descend de méme façon, jusques à la partie Occidentale de l'Horison. Comme si le demy Cercle A C B, estoit la partie Orientale de l'Horison; A F B, l'Occidentale: nous remarquerions que l'Astre qui se leve au point C, monte peu à peu, en D, & continuë jusques au Meridien en E, & descendant de l'autre côté, arrive enfin au point F de l'Horison où il se cache.

J'ajoûte que ce mouvement se fait autour de deux points immobiles G & H Car les Europeans peuvent facilement remarquer, que les Estoiles les plus proches de celle du Nord, font des Cercles plus petits, que celles qui en sont plus éloignées; de sorte que leur Cercles ne couppent pas nôtre Horison, d'où il arrive qu'elles ne se couchent jamais. Par exemple l'Estoile K, décrit le Cercle K L autour du point G: & celle qui est en O, en décrit un plus grand.

Toutes les parties du Ciel reçoivent ce mouvement, sans qu'aucune en soit exempte: c'est pourquoy, dit Cleomede, entre les Astres la plus-part ont un mouvement fort simple, estant emportez par le Ciel, dans lequel ils occupent toûjours la mesme place, ou au moins durant plusieurs années.

Outre ce mouvement general de tous les jours, qui s'acheve en 24. heures, châque Planete a le sien propre. Celuy du Soleil est le plus sensible de tous,

puiſqu'il fait le changement des ſaiſons. C'eſt par ce mouvement qu'il parcourt l'Ecliptique, dans une année, c'eſt à dire en 365. jours 5. heures & prés de 49. minutes Il répond ainſi ſucceſſivement à toutes les parties de ſon Cercle, & nous couvre l'une aprés l'autre les Eſtoiles qui s'y rencontrent. Or je dis que ce mouvement eſt different du premier.

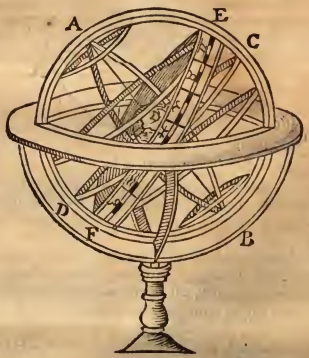
Demonſtration. Si le Soleil n'avoit que le mouvement commun & ordinaire de 24. heures, il ſeroit ſeulement porté avec le Ciel : de ſorte que ſi une fois il ſe rencontroit avec une Eſtoile, il la couvriroit toûjours : or il n'en va pas de la ſorte ; car on peut remarquer, qu'il quitte peu à peu celles avec leſquelles il eſtoit, & qu'il ſe leve aprés quinze jours, environ une heure plus tard qu'elles. L'exemple ordinaire qu'on nous aporte pour faire comprendre ces deux mouvemens, eſt celuy d'un Navire dans lequel les paſſagers peuvent avoir un mouvement particulier, allants de poupe en proüe, ou d'un bord à l'autre, outre le mouvement commun par lequel ils ſont portez tous enſemble.

Or pour mieux faire comprendre cette diſtinction de mouvement : qu'on faſſe rouler le Globe autour de ſon Eſſieu immobile F G, & qu'on ſuppoſe que le Soleil eſt au point H du Cercle mobile H E B : il eſt evident que cet Aſtre eſtant emporté par le mouvement du Globe, il décrira le méme Cercle H K, que décrit le point H. Mais parce que le Soleil va doucement de H en I par le mouvement qui luy eſt propre, il ne décrira plus le cercle H K ; mais le parallele L M. Pareillement eſtant arrivé au point E, également éloigné des deux Poles, le mouvement du Ciel luy fera décrire le plus grand Cercle qu'il puiſſe faire, qui ſera l'Equateur C E D. Enfin quand il ſera arrivé au point B, il décrira le parallele A B ; & parce que le Zodiaque remonte de l'autre côté, il ne s'approchera pas davantage du Pole G ; mais commencera à s'en éloigner. Les cercles H K, & A B ſont les tropiques : & le cercle du milieu C E D, ſe nomme l'Equateur.

PROPOSITION V.

De l'Equateur, premier Cercle de la Sphere.

POur faire entendre l'economie des mouvemens Celeſtes, on diſtingue certains Cercles tant dans le Ciel, que deſſus la ſurface de la terre : & pour mieux s'imaginer le rapport qu'ils ont avec elle, on laiſſe à jour la Sphere qui repreſente le Ciel, afin qu'on puiſſe voir la terre qui eſt au milieu.



Theodoſe definit ainſi une Sphere en general : il dit que c'eſt un corps ſolide, ſous une ſeule ſuperficie, qui a un point au milieu, duquel ſi vous tirez des lignes à la ſurface, elles ſeront toutes égales.

La Sphere Armillaire n'eſt qu'une partie de ſphere, puiſqu'elle eſt ouverte en pluſieurs endroits : mais l'imagination peut ſuppleer aux parties qui luy manquent ; & eſtant ainſi corrigée, elle peut repreſenter le Ciel.

Le centre de la Sphere celeſte eſt la terre : & nous devons concevoir le Ciel comme un Globe creux & vuide, au milieu duquel la terre eſt ſuſpenduë.

Les Poles ſont les 2 points immobiles, autour deſquels le Ciel roule. Celuy que nous voyons en Europe s'appelle le pole du Nord, A. Celuy qui eſt ſous noſtre horizon, s'appelle celuy du Sud, B. On les nomme auſſi Arctique & Antarctique.

L'Axe eſt une ligne tirée d'un pole à l'autre, comme A B, laquelle nous concevons comme immobile, & arreſtée à quelque corps.

Dix Cercles compoſent cette Sphere Armillaire. Le premier eſt l'Equateur C D, qui eſt un grand Cercle également éloigné des deux poles. On l'appelle

Equateur, parce qu'il fait le jour égal à la nuit ; c'eſt à dire que quand le Soleil par ſon mouvement propre, arrive au point où l'Ecliptique coupe l'Equateur, il eſt emporté par le mouvement du Ciel, & décrit ce Cercle, qui eſt également coupé par l'horizon, ſelon la regle generale, que les grands Cercles ſe couppent également l'un l'autre. C'eſt pourquoy le Soleil demeure autant de temps au deſſus, qu'au deſſous de l'Horizon.

Cet Equateur dans le Ciel, eſt le terme d'où l'on commence à compter les declinaiſons des Aſtres, pour ſçavoir leur propre lieu ; car la declinaiſon d'un Aſtre n'eſt autre choſe que ſon éloignement de l'Equateur. Ainſi dans le Ciel les Cercles paralleles à l'Equateur, comme les tropiques, ſont des Cercles de declinaiſon. Le Soleil hors des jours de l'Equinoxe, a ſa declinaiſon vers le Nord, ou vers le Sud : il n'en peut avoir que *23.* degrez & demy ; ce qui arrive quand il eſt au Tropique, car il ne s'éloigne pas davantage de l'Equateur.

PROPOSITION VI.

Du Zodiaque.

LE Zodiaque eſt le Cercle que le Soleil parcourt dans une année. Nous l'appellons Zodiaque, parce qu'il eſt diviſé en douze ſignes, qui portent chacun la figure d'un animal.

Le Belier, le Taureau, les Jumeaux, l'Ecrevice, le Lion, la Vierge. La Balance, le Scorpion, l'Archer, le Capricorne, le Vers'eau, les Poiſſons.

Les Aſtronomes commencent la diviſion de l'Ecliptique au Belier, c'eſt à dire au point de l'Equinoxe de Mars. Le Soleil demeure à peu prés *30.* jours dans chaque ſigne, parcourant un degré par jour. Il entre dans les ſignes environ le vingt, ou vingt-deuxiéme de chaque mois. Depuis le vingt-un de Mars, juſques au vingt-deuxiéme de Juin, la declinaiſon du Soleil croit toûjours : elle decroît enſuite juſques au vingt-troiſiéme de Septembre, & pendant tout ce temps-là, elle eſt au Nord. Aprés le vingt-troiſiéme de Septembre, elle commence à eſtre au Sud, & va croiſſant juſques au vingt-troiſiéme de Decembre qu'elle eſt de vingt-trois degrez & demy : puis elle décroit juſques au vingt-un de Mars.

Pareillement cet Astre estant arrivé par son mouvement particulier au point B, décrira le Tropique d'Hyver B F par le mouvement journalier, & ne s'approchera pas davantage du pole du Sud qui est D, mais il reviendra vers nous en suivant son Ecliptique.

Les cercles Polaires sont ceux que décrivent les poles du Zodiaque en roulant tous les jours autour des poles du monde : & parce que nous avons dit que leur distance estoit de vingt-trois degrés & demy, égale à la plus grande declinaison du Soleil ; les cercles Polaires G L, I M seront aussi éloignés des Poles C & D, de vingt-trois degrés & demy.

Les Tropiques r'enferment le chemin du Soleil, qui ne sort jamais de l'entredeux de ces deux cercles : ils marquent les points des Solstices, & ils servent de limites à la Zone Torride.

De chaque côté, le Tropique, & le Polaire voisin renferment la zone temperée. Et le Polaire la zone froide.

On se peut imaginer 180 cercles Paralleles à l'Equateur ou environ, entre les deux Tropiques, dont le Soleil en parcourt un chaque jour, avançant un degré dans son Ecliptique.

Nous pouvons encore nous imaginer d'autres cercles Paralleles à l'Equateur hors des Tropiques, que les Estoiles décrivent en roulant autour des poles du monde.

PROPOSITION VIII.

Des Colures.

LA Sphere Armillaire est encore composée de deux grands cercles, qui passent par les poles, que nous appellons Colures. Ces deux cercles ne semblent estre inventés, que pour soûtenir les autres. On les peut regarder comme des Cercles Meridiens.

Le Colure des Solstices passe par les poles du Monde, par ceux de l'Ecliptique, & par les points des Solstices.

Le Colure des Equinoxes passe aussi par les Poles du Monde, & par les points des Equinoxes ; qui sont les premiers degrés du Belier, & de la Balance, où l'Ecliptique coupe l'Equateur.

PROPOSITION IX.

Du Meridien.

LE Zenith d'un païs, n'est autre chose que le point du Ciel, qui luy est perpendiculaire : le point opposé s'appelle Nadir. Comme, si on propose le point de la surface de la terre, marqué par A, tirant du centre de la terre la ligne I A B, jusques au Ciel, le point B sera le Zenith de A, & le point D qui luy est diametralement opposé, sera le Nadir. Ainsi nostre Nadir est le Zenith de nos Antipodes. D'où je concluds, qu'on peut autant distinguer de Zeniths & de Nadirs que de points sur la surface de la terre.

J'ajoûte que l'Arc du Ciel, qui eſt compris entre les Zeniths de deux païs, eſt ſemblable en nombre de degrez, à l'Arc de la terre compris entre les mémes païs. Comme, ſi on propoſe les points A & E, qui ont pour Zeniths les points B & F, il eſt evident que l'Arc AE contient autant de degrez, mais plus petits, que l'arc B F.

Le Meridien eſt un grand cercle de la Sphere, qui paſſe par les poles du Monde, & par le Zénith & Nadir : comme, ſi K & L eſtoient les poles du monde, & que le point B fût le Zenith, & D le Nadir du point A, le cercle K B L D ſeroit le Meridien de ce point A.

Il n'y a pas tant de Meridiens que de Zeniths, parce que le méme cercle qui paſſe par les Poles du monde, peut auſſi paſſer par les Zenirhs de pluſieurs païs ; car tous les endroits de la terre, qui ſe regardent du Nord au Sud, ont le méme meridien. Comme, ſi allant du point A directement vers un des Poles M, on rencontre le point E ; les païs A & E, auront le meſme Meridien. Que ſi un des païs eſt plus à l'Eſt ou à l'Oüeſt que l'autre, ils n'auront pas le méme Meridien. On peut s'imaginer ce cercle, non ſeulement dans le Ciel ; mais auſſi ſur la terre. K B H & K P, ſont des Meridiens du Ciel : M A N, M O N leur répondent ſur la terre.

Le Meridien tire ſon nom de ſa principale proprieté, qui eſt de diviſer en parties égales le jour artificiel, qui eſt le temps depuis le lever du Soleil, juſques au coucher : ainſi le premier office du Meridien, eſt de marquer le milieu du jour ; eſtant midy dans un païs, quand le Soleil eſt arrivé à ſon Meridien.

2. La partie du Meridien, qui eſt au deſſous de l'Horiſon, diviſe auſſi la nuit en deux également.

3. Les Aſtres ſont plus élevez ſur l'Horiſon, & plus proches du Zenith, quand ils ſont arrivés au Meridien.

4. Nous pouvons tres-facilement meſurer combien un Aſtre eſt éloigné de l'Equateur, quand il eſt au Meridien.

5. Le Meridien eſt le terme duquel nous commençons à compter les heures Aſtronomiques ; c'eſt pourquoy ceux qui ont le méme Meridien, non ſeulement ont midy en méme temps ; mais encore toutes les autres heures Aſtronomiques.

6. Le Meridien est tres-utile pour trouver la declinaison des Astres, pour marquer la longitude, & pour compter la latitude.

PROPOSITION X.

De l'Horison sensible.

L'Horison est un cercle qui distingue la partie du Ciel que nous voyons, d'avec celle que nous ne découvrons pas. On a coûtume de concevoir ce cercle comme un plan qui touche la terre dans le lieu où nous sommes, & qui est prolongé jusqu'au Ciel ; car nostre œil n'estant ordinairement éloigné de la surface de la terre, que de nostre hauteur, qui n'est que de 4. ou 5. pieds, nous raisonnons comme si en effet il estoit dans cette surface.

Mais si nous voulons parler plus exactement, il faut s'imaginer l'Horison sensible comme un cone, ou pyramide ronde qui ait son sommet dans l'œil, & qui touche la terre de tous côtés. Car supposons que l'œil est au poins A. éloigné de 5. pieds de la surface de la terre, & qu'on tire de ce point les lignes ABD, ACE, & les autres qui touchent la terre aux points B & C. ces lignes touchantes determineront sur la surface un petit cercle BC ; & c'est en ce sens, qu'on dit que l'Horison sensible s'étend quelques stades de côté, & d'autre. Mais la determination s'en doit prendre de la hauteur de l'œil. Si l'œil est élevé de 6. pieds, l'Horison sensible s'étendra jusques à 3. milles. S'il est élevé de dix pieds, il s'étendra à 4. Si de 20. à 5. milles &c.

Neantmoins parce que la hauteur d'un homme n'est pas considerable, on ne fait pas reflexion à la distance de l'œil, & on regarde l'Horison sensible comme un plan qui touche la terre. J'ay voulu faire cette remarque, parce qu'elle ne sera pas inutile pour corriger nos observations en Mer.

PROPOSITION XI.

De l'Horiſon Rationel.

ON diſtingue ordinairement deux Horiſons, l'un ſenſible ou Phyſique, & l'autre Rationel ; je viens d'expliquer le premier.

L'Horiſon Rationel eſt un plan tiré par le centre de la terre, & parallele à l'Horiſon ſenſible, lequel s'étendant juſques au Ciel, y determine un cercle pour commune ſection, comme fait le plan F E G. Ces deux plans ſe prennent pour le meſme, eu égard aux apparences Celeſtes, parce que le Demidiametre de la terre n'eſt pas conſiderable, eſtant comparé à celuy du Ciel. Cet Horiſon diviſe le Ciel en deux parties égales, puis qu'il paſſe par ſon centre : il eſt donc un grand cercle (*par la 2. du 1. de Theodoſe.*) C'eſt pourquoy tout Aſtre qui eſt au deſſous de ce plan, ne peut eſtre veu du point D ; mais paroîtra ſeulement dés qu'il ſera dans ce meſme plan.

Les points oppoſés de la terre comme D & K ont le meſme Horiſon Rationel F E G. Donc chaque païs a le meſme Horiſon que ſes Antipodes : avec cette difference, que la partie de l'Horiſon qui eſt Orientale pour le point D, eſt Occidentale pour le point K. En effet les Aſtres ſe couchent pour le point K, quand le point D, commence à les découvrir. La ligne qu'on tire à plomb comme D L, eſt perpendiculaire aux deux plans de l'Horiſon, tant ſenſible que Rationel.

PROPOSITION XII.

On doit conſiderer ſur la ſurface de la terre, pluſieurs Cercles Celeſtes & les marquer ſur les Cartes, & ſur les Globes.

ON ne doit pas conſiderer les cercles Celeſtes, comme des ſimples circonferences annulaires, mais comme des plans entiers, leſquels eſtant prolongés couppent la terre, & forment deſſus ſa ſurface une commune ſection circulaire.

Je dis donc en premier, lieu que les grands cercles immobiles du Ciel, ou qui ne changent point de plan par leur mouvement, peuvent estre marqués tres-utilement sur la terre.

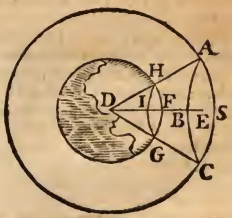
Qu'on propose le grand cercle du Ciel ABCD, qui soit par exemple le Meridien du point F, lequel peut estre consideré comme immobile, de sorte qu'il ne change pas de place, quoy que le Ciel roule. Il est evident que ce plan a une commune section sur la surface de la terre ; c'est à dire qu'on peut s'imaginer sur la terre un cercle, qui soit precisément sous le Celeste. Donc si on tire du point B, une ligne par le centre de la terre E ; cette ligne BFE, rencontrera sa surface au point F. C'est pourquoy en quelque point du cercle ABC, que se trouve le Soleil, il sera perpendiculaire à quelque point du cercle Terrestre GFH. Ainsi le cercle Celeste AMC, en a un sur la terre qui luy répond, qui est GOH.

Je dis en second lieu que non seulement on peut marquer sur la terre les cercles Celestes immobiles ; mais encore les cercles Mobiles, pourveu que leur mouvement ne leur fasse pas changer de situation, ny de plan. Par exemple, le cercle Equinoctial KL, ne sort pas de son plan, quoy qu'il roule avec le Ciel ; on le peut donc fort bien marquer sur les cartes. Quelques-uns à cet effet s'imaginent un cercle Equinoctial immobile, divisé en degrez par les Meridiens qui le couppent à Angle droit.

Mais le grand cercle Celeste, qui roule de telle sorte qu'il change toûjours de plan, ne peut estre marqué, n'ayant point de situation arrestée. On le peut neantmoins marquer dans une de ses situations particulieres, ainsi que nous marquons l'Ecliptique sur nos cartes Marines.

Les petits cercles Celestes peuvent estre marqués sur la terre. Comme, si on propose dans la figure suivante, le petit cercle ABC, & qu'on tire les lignes AD, CD, du centre de la terre D, elles marqueront sur la surface GIH, un cercle qui comprendra autant de degrez sur la terre, que le cercle Celeste ABC en comprend de sorte que toutes les lignes tirées de la surface du grand cercle, au centre D, passeront par le petit. Donc l'Astre qui parcourt successivement le cercle ABC, est successivement perpendiculaire aux diverses parties du cercle HIG. Ainsi sçachant quel petit cercle Celeste, le Soleil parcourt, nous pourrons determi-

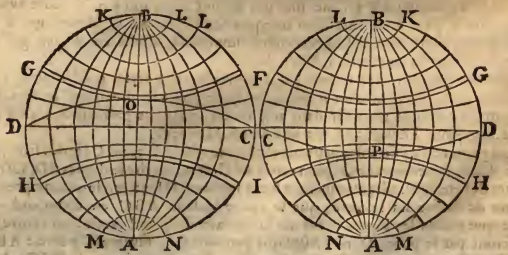
ner le cercle Terrestre qui luy répond, & asseurer que cet astre sera successivement perpendiculaire à toutes les parties.



PROPOSITION XIII.

Quels Cercles on doit marquer sur les Globes, & sur les Cartes Geographiques?

ON peut marquer dessus les Globes, & dessus les Cartes Geographiques: Premierement les Meridiens, qui répondent aux Meridiens Celestes de chaque pays: Ce sont ces Cercles qu'on a coustume de marquer de dix en dix, sur les Cartes universelles, aussi bien que sur les Globes. Par exemple dans la Carte universelle representée par deux Hemispheres, le point A est le Pole Austral, B le Boreal: Les Cercles qui s'unissent en A, & B, sont les Meridiens terrestres, qui passent par les divers pays; de sorte que quand le Soleil se trouve dans un Meridien Celeste, il est perpendiculaire à quelque point du Meridien terrestre, qui luy répond. Ces Meridiens sont marquez dans les Cartes Marines, par les lignes Nord & Sud, parallelles entr'elles.



On marque en second lieu, le Cercle Equinoctial C D, que nous divisons

en degrez, pour mieux compter la distance des Meridiens; laquelle se prend ordinairement par les degrez de ce Cercle, quoy qu'on la puisse aussi compter, sur tous les paralleles.

Troisiémement, on y trace les Cercles paralleles à l'Equateur, comme sont les tropiques F G. H I. les Polaires L K. M N. parce que tous ces Cercles ne changent pas de situation. On y marque encore les Cercles de Latitude paralleles à l'Equateur, qui montrent combien un pays en est éloigné.

Le Zodiaque, ou l'Ecliptique ne se devroit pas marquer, par ce qu'elle change continuellement de situation : On ne laisse pas de le faire dans une situation particuliere, qui est celle qu'elle a quand le premier degré du Belier passe par le premier Meridien, de sorte que le demy cercle D, O, C, est celuy du Nord, depuis le Belier, jusqu'aux Balances; & le demy cercle C, P, D. est celuy du Sud, depuis les Balances jusqu'au Belier. On décrit donc l'Ecliptique, pour voir plus facilement les paralleles que le Soleil décrit, & la declinaison qu'il a chaque jour. Par exemple, supposons que le Soleil soit aujourd'huy au commencement du Taureau, le parallele qui passe par ce point, & qui decline de onze degrez vers le Nord, est celuy que le Soleil parcourt, c'est à dire, qu'il sera aujourd'huy perpendiculaire à toutes les parties de ce cercle.

PROPOSITION XIV.

De la largeur, ou Latitude de la terre.

TOute surface a deux dimensions, la longueur, & la largeur : ainsi nous disons qu'une sale est longue de soixante pieds, & large de trente; C'est suivant cette distinction que les anciens Geographes ont parlé de la longueur ou longitude, & de la largeur ou latitude de la terre. Or quoy que toutes les dimensions d'un Globe, ou d'une boule, soient égales, neantmoins si nous considerons la partie de la terre qui sert d'habitation aux hommes, & que les anciens Geographes connoissoient; nous remarquerons des dimensions inégales; car ils croyoient que la Zone torride n'estoit point habitée, ils n'avoient point de connoissance de la Zone temperée Australe; & ils ne consideroient que la Zone temperée Boreale, qui comprenoit une bien petite partie de l'Affrique, l'Asie mineure, la Palestine, l'Arabie, la Perse, & l'Inde, avec toute l'Europe. Et comme l'une de ses dimensions, depuis le tropique de l'Ecrevice, jusqu'au cercle polaire, ne contenoit que quarante-trois degrez; & que l'autre depuis les Canaries, jusques à l'Inde, en avoit plus de cent cinquante; ce fut avec raison qu'ils appellerent du nom de longitude la plus grande estenduë, & la moindre de celuy de latitude. Ainsi les modernes pour s'accommoder à leur façon de parler, appellent latitude, tout l'espace depuis l'Equateur jusques aux deux poles; & longitude, celuy qui se prend de l'Oüest à l'Est. Commençons par la premiere.

PROPOSITION XV.

De *la latitude d'un pays.*

CHercher la latitude d'un pays, c'eſt chercher combien l'endroit de la terre, où il eſt ſitué, eſt éloigné de l'Equateur.

Les degrez s'en peuvent compter ſur le Meridien celeſte, ou ſi nous voulons ſur le terreſtre : ainſi la latitude du point A, eſtant priſe ſur la terre, ſera l'arc du Meridien, compris entre l'Equateur & le point A, comme l'arc A I. Ou ſi nous la prenons dans le Ciel, ce ſera l'arc B C, compris entre l'Equateur celeſte, & la Zenith B. Or ces arcs A I, B C, ſont ſemblables, c'eſt à dire, comprennent le meſme nombre de degrez.

On doit diſtinguer deux ſortes de latitude, l'une Boreale, & l'autre Auſtrale; parce qu'un païs ne peut eſtre éloigné de l'Equateur, qu'il ne le ſoit du coſté du Nord, ou du coſté du Sud.

PROPOSITION XVI.

La latitude eſt égale à la hauteur du pole.

QUe dans la figure precedante la latitude ſoit B C, c'eſt à dire la diſtance depuis l'Equateur C D E, juſques au Zenith A. Et que l'élvation du pole ſur l'horiſon, ſoit H S. Je dis que les arcs B C, H S, ſont égaux.

Demonſtration. Le Zenith B eſt éloigné de l'horiſon d'un quart de cercle, de tous coſtez : donc l'arc B H eſt un quart de cercle. Nous avons auſſi un quart de cercle depuis l'Equateur juſqu'au pole : donc l'arc C S en eſt auſſi un ; & les arcs B H, C S ſont égaux. Ainſi en oſtant ce qu'ils ont de commun, c'eſt à dire, l'arc B S, reſtent les arcs égaux B C, H S, ce que je devois demontrer.

Coroll. I. La hauteur Meridienne de l'Equateur, eſt égale au complement de l'éleva-

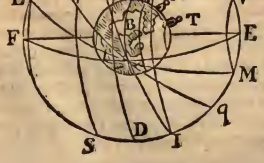
levation du pole, c'eſt à dire, que l'arc BS eſt égal à l'arc F C. Ce qui ſe prouve de meſme façon. Donc ſi l'élevation du pole, ou la latitude eſt de quarante degrez, la hauteur Meridienne de l'Equateur ſera de cinquante.

Coroll. 2. Plus vous irez vers le Nord, plus le pole s'élevera, & plus l'Equateur deſcendra. Ce n'eſt pas que le pole, ou l'Equateur changent ; mais ſeulement le Zenith, & l'horiſon.

PROPOSITION XVII.

Le changement du zenith, & de l'horiſon font changer l'élevation du pole, & de l'Equateur.

QV'on propoſe le Globe de la terre A B: que l'Equateur Celeſte ſoit C D: les poles E, & F : le lieu habité A, & ſon zenith C, dans l'Equateur ; ce païs ſera ſans latitude, & n'aura point auſſi d'élevation du pole, puiſque la latitude & l'élevation du pole ſont toûjours égales ; ainſi les poles



seront à l'Horison. Qu'on s'avance vers G, la latitude du point G, sera GA, ou HC, & l'Horison sera LM ; l'élevation du pole EM, égale à la latitude GH : & parce que le Zenith s'est retiré de l'Equateur, de C, en H, l'Horison s'est abbaissé d'un côté, & élevé de l'autre. Si donc on va si avant, que le Zenith soit au point H du Tropique, l'élevation du pole EM, se trouvera de 23. degrez & demy, & le cercle polaire sera tout en tier sur l'Horison. Qu'on aille encore plus avant, jusques en N, le Zenith sera O, l'Horison PQ la latitude OC, la hauteur du pole QE, la hauteur de l'Equateur CP. Ainsi continuant à marcher, par le seul changement du Zenith, & de l'Horison, la hauteur du pole s'augmentera, & celle de l'Equateur deviendra plus petite : jusques à ce que le Zenith vienne au pole, & l'Equateur à l'Horison.

PROPOSITION XVIII.

De la longitude d'un Païs.

J'Ay remarqué cy-dessus que l'étenduë de la terre, de l'Occident à l'Orient, s'appelloit longitude, & j'en ay apporté les raisons. Or comme la latitude d'un païs n'est autre chose, que le degré de la latitude de la terre, dans lequel il est placé : de mesme la longitude d'un païs n'est autre chose que le degré de la longitude de la terre, dans lequel il est situé ; c'est à dire que sçavoir la longitude d'un païs, c'est connoistre en quel endroit du monde il est placé vers l'Orient, ou l'Occident. Les paralleles qu'on marque sur les Cartes, font connoistre les degrez de latitude, & les Meridiens les degrez de longitude. En un mot, les paralleles servent pour sçavoir si nous sommes au Nord, ou au Sud ; & les Meridiens nous font connoistre si nous sommes bien avancez à l'Est, ou à l'Oüest.

PROPOSITION XIX.

Les païs qui sont sous le mesme Meridien, ont midy comme aussi les autres heures du jour au même temps.

LE Meridien, comme nous avons dit, est un grand cercle Celeste qui passe par les poles, & par le Zenith d'un païs, & qui répond perpendiculairement à un cercle Terrestre qui passe aussi par les poles de la Terre, & par le païs, auquel il sert de meridien. Par exemple si nous concevons sur la Terre, le cercle AGB, qui passe par ses poles A & B, & par les païs K, G, C, qui ont leur Zenith dans le mesme cercle Celeste, qui passe aussi par les poles du Monde. Il est evident que ces païs ont le même Meridien. Or il est midy en un païs, quand le Soleil passe par son Meridien ; donc tous les païs qui sont sous le même Meridien Celeste, ou par lesquels passe le même Meridien Terrestre, ont midy au même temps ; & par consequent les autres heures, qui se comprent depuis midy.

Que si les païs sont situés sous divers Meridiens, par exemple C, E, F; G, H, I; il est certain qu'ils auront midy en divers temps; le Soleil arrivant plûtôt à un Meridien qu'à l'autre, & ne pouvant estre en deux Meridiens en mesme temps.

PROPOSITION XX.

On connoît la distance des Meridiens par la difference des heures.

QU'on propose les païs A & B, ou C & N; soit qu'ils se trouvent tous deux dans l'Equateur; ou que l'un estant dans l'Equateur, l'autre soit dans un parallele; ou qu'ils soient tous deux dans le mesme, ou dans des differents paralleles. Supposons aussi qu'ils ayent pour le mesme temps reel & Physique, des heures differentes: c'est à dire que quand il est midy dans les païs A, F, C, il soit une heure en B, H, N. Je dis que le Meridien BHN, est plus à l'Est de 15. degrez, que le Meridien AFC.

Demonstration. Le Soleil fait tout le tour du Monde, c'est à dire 360. degrez, en 24. heures: donc il en fait 15. en une heure; & puisque quand il est midy en AFC, il est une heure en tous les païs qui sont sous le cercle BHN, la difference sera de 15. degrez. S'il estoit 2. heures en BHN, quand il est midy en AFC, le premier seroit plus à l'Est de 30. degrez. De même s'il estoit 6. heures en BHN, quand il n'en est que 3. en AFC, il y auroit 45. degrez de difference.

D'où je tire cette regle generale, que ceux qui comptent plus d'heures pour le meſme temps, ſont plus à l'Eſt, parce que le Soleil arrive plûtôt à leur Meridien.

On peut tirer d'autres conſequences dont un Pilote n'a pas beſoin, comme celles-cy; qu'en tout temps, il eſt toute heure: que ceux qui vont à l'Eſt, c'eſt à dire contre le Soleil, font les heures plus courtes. Suppoſons par exemple que le Navire faſſe 10. milles par heure: en avançant vers l'Eſt, l'heure ſera plus courte de 40. minutes ſecondes, que s'il fuſt demeuré dans le meſme Meridien. De ſorte que s'il continuoit ſon chemin de meſme viteſſe, le jour luy ſeroit plus court de 16. minutes: comme au contraire, il auroit le jour plus long d'autant de minutes, s'il alloit vers l'Oüeſt; parce qu'il rencontre plûtôt le Soleil, quand il va à l'Eſt, & plus tard quand il le fuit allant, à l'Oüeſt. Cette ſupputation ſuppoſe qu'il ſoit ſous l'Equateur, car la difference ſeroit plus grande, s'il eſtoit ſous un parallele.

J'omets auſſi quelques pratiques curieuſes, comme celle-cy; determiner l'heure qu'il eſt dans un païs, & meſme par toute la terre, ſçachant l'heure qu'il eſt dans un autre.

PROPOSITION XXI.

Du premier Meridien.

LA Dimenſion de la terre par laquelle elle s'eſtend de l'Occident à l'Orient, & que nous avons appellée ſa longueur, ou longitude, n'a point de commencement ny de fin établis par la nature. Car tout le Ciel roule de l'Orient à l'Occident: ainſi le premier Meridien d'où l'on commence à compter les degrez de longitude, peut eſtre placé indifferemment en tous lieux, n'y ayant d'ailleurs rien ſur la terre, conſiderée ſelon le raport qu'elle peut avoir avec le Ciel, qui nous oblige à le mettre en un endroit, plûtôt qu'en l'autre. On pourroit ſuivre en cela, ou ſa commodité, ou ſa volonté. Les Aſtronomes prennent ordinairement pour premier Meridien celuy du lieu où ils font leur demeure, & les Pilotes le Meridien du lieu d'où ils partent.

Les Anciens Geographes n'ont pas deû prendre pour premier Meridien, celuy des dernieres terres vers l'Orient; tant parce qu'il n'eſtoient pas arrivez juſques au bout de ce côté-là; qu'à cauſe que la longitude dans le Ciel, ſe comptant de l'Occident à l'Orient; celle de la terre ſe devoit prendre du meſme côté. Il eſtoit donc à propos de le placer dans les terres les plus Occidentales. Quelques-uns des Modernes le mettent aux Iſles fortunées, ou à l'iſle de Fer, la plus Occidentale des Canaries. Les autres aux iſles du Cap Verd, comme à celle de Saint Nicolas. Les autres à celle del Corvo, qui eſt la plus à l'Oüeſt des Azores. Mais cette diverſité d'opinions eſt de peu d'importance; puiſque nous pourons toûjours prendre pour le premier Meridien de noſtre Navigation, celuy du lieu de noſtre depart, ou celuy des dernieres terres, que nous avons veües, ou le premier Meridien de la Carte de laquelle nous nous ſervons. Ainſi ſçachant le changement de longitude, que nous avons fait du dépuis, c'eſt à dire combien de degrez nous avons avancé à l'Eſt

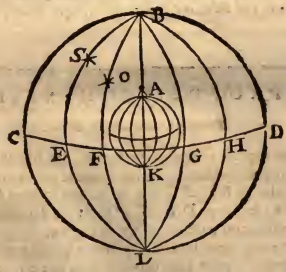
ou à l'Oüest, nous pourrons monstrer sur nostre Carte le Meridien dans lequel nous sommes. Il faut donc bien distinguer ces deux changemens, celuy de la longitude, & celuy de la latitude. Le premier marque combien nous avons changé de Meridiens, allant à l'Est, ou à l'Oüest ; & l'autre nous donne le changement des paralleles, c'est à dire combien nous avons avancé vers le Nord, ou vers le Sud.

PROPOSITION XXII.

Des Azimuts : de la hauteur, & de l'amplitude Orientale, ou Ortive.

LEs cercles qu'on nomme Azimuts ou verticaux, sont de grands cercles qui passent par le Zenith, & le Nadir, & qui couppent l'Horison à Angle droit. On en peut concevoir autant que de points dans l'Horison ; de sorte que l'ayant divisé à l'ordinaire en 360. degrez, nous pouvons nous imaginer autant de cercles verticaux. Par exemple, que le Zenith de celuy qui est en A, soit B, l'Horison C D, les cercles verticaux seront CB, EB, FB, KB, GB, HB, & les autres qui s'unissent au zenith B, & au Nadir L. J'ajoûte que les Arcs EB, FB, & les autres, sont des quarts de cercles, y ayant 90. degrez de tous côtez, depuis le zenith B, jusques à l'Horison CD.

On commence à compter ces Verticaux, depuis le point du vray Orient, qui sera K, auquel le Soleil se leve, quand il est à l'Equinoxe. Ce point est le mesme que le rumb Est ; & le Vertical BK s'appelle le premier. On continuë de compter allant vers C, qui est le midy ou Sud. De sorte que le Meridien sera le nonantiéme Vertical. La division de la Bousole en degrez, & les lignes qu'on peut tirer depuis son centre, representent ces cercles : ainsi exposant la Bousole au Soleil, & remarquant à quel degré de sa circonference il répond, vous aurez le Vertical de cet Astre. Il en est de mesme des autres.



C'est dans ces cercles Verticaux que nous comptons la hauteur des Astres,

Car il ne faut pas tomber dans une erreur grossiere de quelques Pilotes, qui s'imaginent qu'on ne peut prendre hauteur qu'à midy : On la peut prendre en tout temps ; & de fait, ne commencent-ils pas à la prendre une demyheure avant midy, pour ne pas estre surpris.

La hauteur ou élevation d'un Astre n'est autre chose que le nombre des degrez de l'Azimut, qui se trouve entre l'Horison & cet Astre. Comme si l'Astre estoit en O, sa hauteur seroit l'Arc FO, & le complement de sa hauteur, seroit l'Arc OB, qui est son éloignement du *Zenith* B. Pareillement, si l'Astre estoit en S, sa hauteur seroit ES, & le complement de la hauteur, ou distance du *Zenith* seroit l'Arc SB.

L'Amplitude ortive, est l'Arc de l'Horison, qui se trouve entre le point où se leve un Astre, & celuy du vray Orient. Comme si un Astre se levoit au point F, & que le point du vray Orient, ou du Rumb Est fût K, l'Arc FK, seroit l'Amplitude Ortive. Cette distance se doit prendre tantôt du côté du Nord, tantôt du côté du Sud : ainsi nous devons distinguer une amplitude Boreale, & une Australe. Le Soleil depuis le 21. de Mars, jusques au 23. de Septembre, a une Amplitude Ortive au Nord : & depuis le 23. de Septembre, jusques au 21. de Mars, il se leve entre l'Est & le Sud. Il en est de mesme de l'Amplitude Occidentale, ou pour parler avec nos Pilotes, amplitude occase, laquelle se doit toûjours prendre eu égard au point de l'Oüest.

DE LA FACON D'OBSERVER EN MER LA HAUTEUR des Astres : & des Instrumens dont on se peut servir.

JE décriray dans les propositions suivantes, quantité d'Instrumens, dont on se peut servir en Mer pour prendre hauteur. J'y joindray les inventions que j'ay trouvées, afin d'ouvrir l'esprit à ceux qui sont sur Mer, & leur donner occasion de faire plusieurs experiences, que je ne puis pas faire ; quoy que quelques voyages que j'ay faits sur Mer, me facent assés juger de ce qui peut reüssir en cette matiere.

PROPOSITION XXII.

Principes des observations.

QUand plusieurs cercles sont concentriques, les lignes tirées de leur centre commun à leurs circonferences, les divisent de la mesme maniere. Par exemple, si les cercles DBE, FG ont le mesme centre H, & qu'on tire les lignes HFD, HGA, les Arcs DA, FG, seront de semblables parties de leurs cercles, & contiendront un pareil nombre de degrez.

2. La Terre comparée avec le Ciel, n'estant qu'un point, quelque endroit que ce soit de sa surface, peut estre supposé pour son centre, & pour celuy du Ciel ; puisque le Demidiametre de la terre, est si peu considerable eu égard à celuy du Firmament ; que la difference & l'erreur que cet éloignement peut

cauſer, eſt inſenſible. C'eſt pourquoy le centre de quelque inſtrument que ce ſoit, peut eſtre pris pour le centre du Ciel.

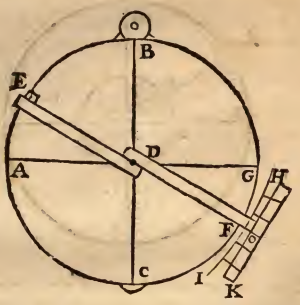
Cela ſuppoſé, je dis qu'un cercle diviſé en 360. degrez, eſt le premier & le plus naturel de tous les inſtrumens, auquel on doit raporter tous les autres: Les Pilotes l'appellent ordinairement Aſtrolabe. Il ſuffiroit d'en graduer un quart, le diviſant premierement en trois parties, puis chaque partie par la moitié, enſuite chaque moitié en trois, & enfin chaque troiſiéme en cinq. On doit principalement prendre garde qu'il ſoit bien ſuſpendu au point B, par une charniere qui ne ſoit ni trop gaye, ni trop rude. Il faut auſſi que la ligne BC ſoit toûjours à plomb: c'eſt pourquoy on doit bien graduer ce cercle, & le rendre fort juſte; en voicy le moyen. Le cercle eſtant fait, & nettoyé, il faut commencer par le ſuſpendre au point B, non pas avec un anneau tout ſimple, mais avec une charniere. Afin que l'equilibre ſoit plus fidele, j'y ajoûte au bas vers le point C de la figure ſuivante, deux livres de plomb, tellement arrêtées, qu'elles ne puiſſent plus changer de place. Tenant ainſi l'inſtrument ſuſpendu, je prends un fil de ſoye bien delicat, au bout duquel j'attache un plomb, & le preſentant au centre de l'inſtrument, je fais paſſer une ligne BDC, à laquelle je tire une perpendiculaire AE. Si j'ay travaillé juſtement, les Arcs AB, BG, GC, CA ſeront égaux, que je diviſeray chacun en 90. degrez.

Secondement, je fais une allidade, comme EDF, à laquelle j'ajoûte des pinnules percées bien juſte ſur la ligne qui paſſe par le centre: ces mémes pinnules ſeront fenduës pour obſerver les Eſtoiles. La figure eſt cy-aprés.

L'uſage de cet inſtrument eſt aſſés facile à entendre. On doit tenir ce cercle ſuſpendu par le point B, le détournant juſques à ce que le Soleil n'éclaire ny l'une, ny l'autre de ſes ſurfaces: puis élever l'allidade pour faire paſſer le rayon du Soleil par les trous des pinnules; & pour lors la regle monſtrera ſur le bord d'un quart de cercle, l'élevation du Soleil.

Demonſtration. Suppoſons dans la figure cy-deſſus que le Soleil eſt au point A, que le Zenith de celuy qui obſerve eſt B, la ligne Horiſontale DE. Ayant ſuſpendu le cercle GF, & élevé ſa regle juſques à G, que le rayon du Soleil AGH paſſe par les trous des pinnules: Je dis que ſi nous comptons les de-

grez qui sont compris dans l'Arc FG, nous aurons le nombre des degrez de la hauteur du Soleil sur l'Horison. Car les Arcs FG, AD, par la premiere supposition sont semblables, & comprennent le même nombre de degrez.

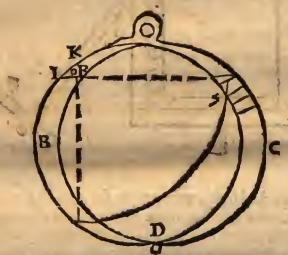


L'agitation du Navire rend l'usage de cet instrument difficile, parce qu'il faut hausser, & baisser plusieurs fois l'allidade avant que de rencontrer le point, auquel le rayon du Soleil enfile les trous des deux pinnules. C'est pourquoy pour ajoûter quelque chose de mon invention, à cet instrument qui peut beaucoup servir, particulierement vers les côtes, quand n'ayant pas l'Horison libre, l'Arbalétre est inutile: Je voudrois que l'allidade fût assés longue, & qu'elle débordât d'un côté & d'autre, de 3. ou 4. doigts; que les pinnules fussent au bout, mais que celle d'en bas s'étendît environ deux ou trois degrez des deux côté du trou. Ainsi décrivant un Arc de cercle H I depuis la pinnule de devant, qui est E, jusques à celle d'en bas qui est HK, & ayant marqué quelques degrez, je tire des lignes occultes depuis E, & je divise la pinnule HK en degrez: & parce qu'ils sont fort grands, je les puis sous-diviser en minutes par des lignes transversales: l'usage sera tel. Avant que d'observer, je pose ma regle precisément sur un degré, c'est à dire sur celuy à peu prés qui doit estre l'élevation de l'astre; puis je remarque l'endroit de la pinnule inferieure sur lequel tombe le rayon: s'il tombe plus bas que la marque O, je conclus que le Soleil est plus élevé que je n'avois crû; ajoûtant donc, ce que je trouve sur la pinnule tant en degrez qu'en minutes, avec le nombre sur lequel j'avois mis la regle; j'auray la veritable hauteur de l'Astre. Que si le rayon est plus haut que la marque O, il faudra soustraire ce que je trouveray sur la pinnule du degré, sur lequel j'avois posé la regle. J'ay veu quelques Astrolabes de plus d'un pied de diametre, qui avoient les degrez assés grands, pour y remarquer les minutes, desquels on avoit de la peine à se servir faute d'une telle invention.

PROPOSITION XXIII.

De l'Anneau Astronomique.

NOus appellons Anneau Astronomique une circonference de cercle, faite en forme d'un Anneau. Il doit estre suspendu librement, de méme façon que l'Astrolabe. Il faut luy ajoûter un poids d'une ou deux livres, au point D, afin qu'il soit plus juste, & qu'il garde mieux son Equilibre. Ayant suspendu cet Anneau, on doit faire passer un filet chargé d'un plomb, par le point de sa suspension, & par le point le plus bas. Ou bien si vous aymez mieux, prenés l'Arc OF à peu prés de quarente-cinq degrez, & faites un petit trou au point F, puis prenant un plomb, tirez une ligne. Travaillés ensuite sur une table, ou sur un grand papier, sur lequel vous décrirez un cercle égal à vostre anneau; & prenant dans ce cercle le point F à discretion, & un Arc égal à OF, vous tirerés une ligne perpendiculaire PS: puis ayant décrit un quart de cercle divisé en 90. parties, vous tirerés des lignes par châque division jusques à ce qu'elles couppent le cercle. Vous transporterez ces divisions sur vostre anneau, de sorte que s'il estoit assés grand, comme de deux pieds, vous pourriez sous-diviser les degrez en minutes.



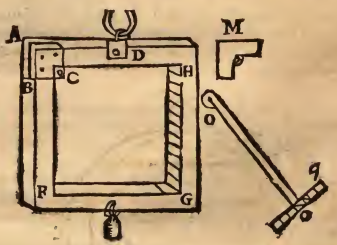
L'Anneau Astronomique ne peut servir que pour le Soleil; mais il a cette commodité, qu'on n'a besoing que d'une observation; sans estre obligé de baisser, ou de hausser la regle: & de plus, ses degrez sont plus grands que dans l'Astrolabe.

PROPOSITION XXIV.

Du quarré Geometrique.

Estant assés difficile de rencontrer des ouvriers, qui puissent faire un cercle de cuivre, ou un anneau Astronomique ; & d'ailleurs les dépenses estant trop considerables, pour des Pilotes : j'ay creu qu'un simple quarré de bois composé seulement de quatre liteaux, ou de quatre regles, pourroit avoir le mesme avantage. C'est un instrument dont j'ay fait l'experience, & qui reüssit fort bien ; qui a mesme cette commodité qu'il n'a pas besoin d'Horison, & que ceux qui ne sçavent pas se balancer dans un Vaisseau, peuvent neantmoins s'en servir.

Faites un quarré de trois ou quatre pieds, de quatre liteaux, d'un bois bien sec, joints à tenons & mortaises, bien chevillés, & mesme collés. Faites une



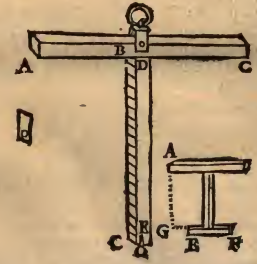
fente d'un petit doigt de large, vers un de ses angles : ou bien couppés entierement l'angle ; & afin que les deux liteaux ne se separent pas, ajustés-y deux petites plaques de cuivre eloüées bien proprement. Suspendez-le par une charniere au point D, & mettez au bas un poids d'une ou deux livres de plomb, attaché fermement. Les plaques auront un petit trou C, dans lequel vous engagerez une cheville de fer de deux lignes d'épaisseur. Le quarré estant suspendu librement, tirez une ligne à plomb qui soit CF : & pour ne pas se fier à la figure quarrée, que l'ouvrier a donnée à l'instrument, on peut par le point F tirer une perpendiculaire à CF, & achever tout le quarré sur le plat des liteaux. Quoy qu'on puisse graduer ce quarré par la table des tangentes, vous pouvez aussi travailler sur une table, & aprés avoir fait un quarré tout à fait égal à celuy que vous avez décrit sur le plat des liteaux, vous décrirez d'un de ses angles, qui represente le point C, un fort grand quart de cercle, que vous diviserés exactement en degrez, tirant des lignes de son centre par chacun de ses degrez, jusques à ce qu'elles couppent les côtés du quarré. Ensuite transportant ces divisions sur les liteaux, & tirant des lignes au point C, vous aurez

le quarré gradué sur le plat des liteaux FG, GH. Collés bien proprement du papier blanc en dedans des liteaux HG, GF, puis tirez des paralleles, par châque bout des lignes des degrez, & vous aurez une graduation en dedans du quarré : de sorte que l'instrument estant fort grand, châque degré sera marqué comme un parallelogramme. C'est pourquoy si vous divisés la largeur des côtés du quarré en dedans, en six parties égales, tirant des lignes paralleles, de haut en bas, & des transversales dans châque degré, vous pourrez avoir les minutes pour le moins de cinq en cinq.

L'usage de cet instrument est tres-commode. Tenés l'instrument suspendu en D, tournant le côté AF contre le Soleil, de sorte qu'il fasse ombre au côté HG; l'ombre de la cheville C, tombant sur GH, ou GF, monstrera le degré de la hauteur du Soleil.

On pourroit encore agrandir cet instrument, en se contentant de la graduation qui est sur le plat des liteaux, sans en mettre aucune en dedans : mais il faudroit que la cheville du point C parust en dehors, y ajoûtant une regle OO, longue de trois ou quatre pieds, ou méme davantage, qui porteroit un traversier OQ, sur lequel on feroit une autre graduation, prenant pour centre le point O, ou quelqu'autre plus éloigné, où l'on mettroit un petit style qui fist ombre. Les degrés de ce traversier seroient beaucoup plus grands, & capables d'une plus grande sousdivision. L'usage en sera tel. Mettez la regle que je suppose pouvoir rouler autour de la cheville C, sur le degré de la hauteur que vous croyez estre celle du Soleil : puis tournés l'instrument jusques à ce que l'ombre du style tombe sur le traversier OQ; si elle tombe au point O, du milieu, le degré sur lequel vous aurez mis la regle, est celuy de la hauteur du Soleil, sans y rien ajoûter : que si l'ombre tombe plus bas que le point O, dans le traversier OQ; par exemple d'un degré trente-cinq minutes, il faudra ajoûter un degré trente-cinq minutes, au nombre du degré sur lequel vous avez placé la regle. Si l'ombre tomboit plus haut, il en faudroit soustraire autant.

Voicy une autre maniere de se servir du méme instrument. Ajoûtés deux pinnules immobiles au côté CH, ou au moins paralleles disposées aux côtés CH & FG : & au lieu d'un filet attaché au point C, mettez-y une regle chargée d'un plomb. Regardant l'Estoile par les pinnules, & arrêtant en méme



temps la regle avec le doigt, elle vous donnera l'élevation de l'Estoile sur le côté du quart de cercle. Mais au lieu que dans l'autre façon il faloit compter en commençant depuis H, & descendant vers G, puis vers F; en celle-cy il faut commencer à F, & aller vers G & H. On pourroit encore se servir d'un instrument qui auroit la figure d'un Tau, & qui feroit le mesme effet que le quarré.

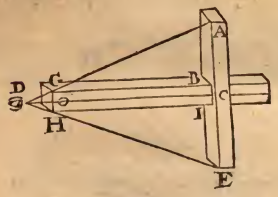
PROPOSITION XXV.

De l'Arbaleste.

LE plus ordinaire & le plus commode de tous les instrumens, & mesme de moins de dépense, est l'Arbaleste: neantmoins, pour en dire mon sentiment, c'est le plus imparfait, & le plus sujet à tromper pour plusieurs raisons. Premierement, parce qu'il est tres-petit, quoy qu'il semble bien grand: car enfin son demi-diametre n'est que de la longueur d'un des bras du marteau, ou traversier; & les degrez ne deviennent grands dessus la fléche, qu'à cause qu'elle les coupe de biais. Secondement, comme le marteau doit courir le long de la fléche, il ne se peut faire qu'il n'ait un peu de jeu: or ceux qui sont experimentez à faire des observations, sçavent assez que le moindre changement de l'instrument, produit des erreurs de quatre & cinq minutes. Troisiémement, la fleche estant de bois, & sans contrainte, elle se déjettera, & se courbera; ce qui est un autre defaut bien considerable. Quatriémement, quelques-uns s'en servent sans pinnules, & sans un centre determiné, l'œil estant tantôt plus proche, tantost plus loin du bout. Je ne sçay qui a donné cet instrument aux Pilotes: mais il seroit bien à souhaitter qu'on en inventast quelqu'autre plus juste, quoy que peut-estre un peuplus incommode; ou pour le moins, qu'on perfectionnast l'Arbaleste, y ajoûtant quelque chose, comme je montreray cy-aprés.

L'Arbaleste estoit autrefois un quart de cercle gradué, & attaché par le milieu à une regle; ainsi il avoit la figure d'une Arbaleste. Cet instrument estoit plus parfait, quoy que peut-estre moins commode que celuy dont on se sert maintenant, que quelques-uns ont appellé Croix Geometrique, baston de Jacob, verge d'or, &c. Il est composé de deux pieces; d'un baston équarry de deux à trois pieds de long, qu'on nomme ordinairement la fléche; & d'un traversier ou marteau, qui peut courir le long de la fléche. La premiere chose à laquelle on doit bien prendre garde, est que le marteau fasse exactement un Angle droit avec la fléche, & qu'il coule doucement, sans estre ny trop lâche, ny trop rude.

La division de la fléche doit avoir rapport avec la longueur des marteaux: or selon la differente façon d'observer, cette division se doit faire differemment; car si vous observiez sans pinnules, en sorte que les lignes visuelles razassent les deux bouts de la fléche, il ne faudroit point compter pour la longueur du marteau, la largeur de la fléche; en sorte que la moitié du marteau seroit AB, & non pas AC



Demonstration. L'Angle total ADE est celuy que nous cherchons, lequel est composé de l'Angle ADC, & EDC Or, *(par la 27 du 1. d'Eucl.)* les Angles AGB, ADC; EDC, EHI sont égaux : donc nous pouvons composer l'Angle que nous cherchons des deux Angles AGB, CHE. Et si vous voulez observer sans pinnules, de la façon que j'ay dit, il faut dans la graduation de la fléche, ne prendre que BA pour la moitié du marteau, sans compter aucunement BI. Supposé que la ligne visuelle raze le bout de la fléche, & les deux extremitez du marteau.

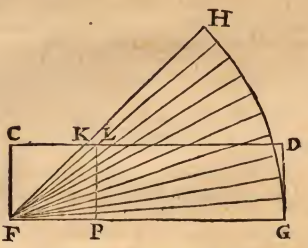
Car supposant qu'ayant gradué la fleche, & que prenant AC pour la moitié du marteau, j'aye essayé que mon œil estant éloigné du poinct O, de la distance DO, pour trouver le vray degré, il me faille reculer le marteau d'une ligne égale à DO : Il est évident que si la hauteur estoit plus petite, c'est à dire l'Angle ADE plus aigu, je serois obligé de retirer l'œil davantage, afin que les lignes visuelles, en razant les pointes G & H, aboutissent aux deux bouts du marteau. Ainsi il faudroit tantost ajoûter plus, & tantost moins; ce qu'on ne doit pas esperer des Pilotes. Donc en cas qu'on observe sans pinnules, de la façon que j'ay dit, il ne faudroit prendre que AB pour la moitié du marteau.

L'experience m'a fait voir qu'on commet des fautes, je ne dis pas de quelques minutes; mais quelquefois d'un demi-degré, quand on veut observer sans pinnules, quelque précaution qu'on y apporte. Mais parce que je veux perfectioner cet instrument, y ajoûtant au moins une pinnule, je prendray pour le demi-marteau, la ligne AC. Je sçay que la pluspart n'observent pas de la sorte, & qu'ils appuyent la fléche contre la temple, tâchant de mettre l'œil au poinct O, pour essayer ce qui s'en manque.

Prenant donc pour moitié du marteau, la ligne AC, nous pouvons graduer la fléche en deux façons, ou geometriquement, ou arithmetiquement par la Table des Tangentes. Pour graduer geometriquement,

Décrivez sur une Table, ou sur un grand papier, un grand Arc de cercle GH de quarante-cinq degrez seulement, à cause que le marteau est partagé en deux également par la fléche. Divisez cet arc de quarante cinq degrez; premierement en trois, puis chaque partie par la moitié, chaque moitié en trois, & chaque troisiéme en cinq; & vous l'aurez divisé en demi degrez, par lesquels vous tirerez des lignes, depuis le centre F; comme aussi deux perpendiculaires FC, GD, égales au demimarteau. Ainsi la ligne CD aura toutes les divisions de la fléche : pourveu que vous mettiez un nombre double de celuy des degrez, c'est à dire qu'au lieu de mettre quarante cinq degrez au poinct K, vous y mettiez quatre-vingt-dix : au sui-

vant, au lieu de mettre $44\frac{1}{2}$, vous mettiez quatre-vingt-neuf, & ainsi des autres.

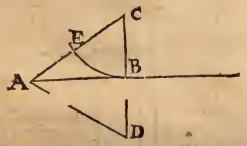


Demonstration. Supposons que la ligne FG est la fléche, & que la ligne F P est égale à CL. Je dis que le marteau estant transporté en P, l'Angle compris par la ligne F L d'un costé, & par sa correspondante de l'autre, sera de quatre-vingt neuf degrez. Car le marteau estant transporté en P, son bout arrivera en L, puisque les lignes FP, CL sont égales. Or l'Angle LFP est de $44\frac{1}{2}$; donc l'Angle total qui se fera, le marteau ayant son autre branche de l'autre costé, sera de quatre-vingt-neuf degrez. Ainsi vous voyez que si le marteau est fort grand, on ne pourra marquer sur la fléche, que peu de degrez. C'est ce qui nous oblige à faire plusieurs marteaux, & à graduer la fléche de quatre differentes graduations, en faisant une sur chacune de ses faces. La premiere qui est celle du plus grand marteau, donne depuis quatre-ving dix jusques à trente. La seconde pour le second marteau, depuis trente jusques à vingt. La troisiéme depuis vingt jusques à dix. Et la quatriéme est pour les hauteurs qui n'arrivent pas à dix degrez. Il vaut toûjours mieux se servir du grand, que du petit marteau.

Pour graduer la fléche par la Table des Tangentes, supposé que le Demi-marteau soit le demidiametre d'un Cercle ou Sinus de cent mille parties, les Tangentes du complement de chaque Angle, prises dans la Table, vous donneront la graduation de la fléche. Il faut donc faire une eschelle de la longueur du demi-marteau, sur laquelle vous puissiez prendre toutes les longueurs que vous voudrez. Je n'enseigne point icy la façon de faire cette eschelle, l'ayant donnée dans la Geometrie, & dans le Traité des Fortifications. L'exemple montrera mieux cette pratique, que le discours.

Qu'on propose à marquer sur la fléche, le poinct de quatre-vingt degrez. La moitié de quatre-vingt est quarante; son complement est cinquante. Cherchez dans la Table des Tangentes, celle de cinquante degrez, & vous trouverez 119175. Prenez ce nombre sur vostre eschelle; ou si elle n'est pas divisée en tant de parties, prenez $119\frac{175}{1000}$, & transportez-le depuis le bout de la fléche A, jusques en B. Je dis que le marteau CD estant transporté en B, l'Angle CAD sera de quatre-vingt degrez.

Demonſtration. Puiſque nous avons pris pour Sinus total, la moitié du marteau, c'eſt à dire CB, & que nous avons fait que la ligne AB fuſt la Tangente de cinquante degrez, l'Arc BE, & l'Angle C ſeront de cinquante degrez: & dans le Triangle rectangle ABC, l'Angle BAC ſera ſon complement de quarante degrez; donc l'Angle total CAD ſera de quatre-vingt degrez. Il en faut faire de meſme pour toutes les autres diviſions, & la fléche ſera graduée.



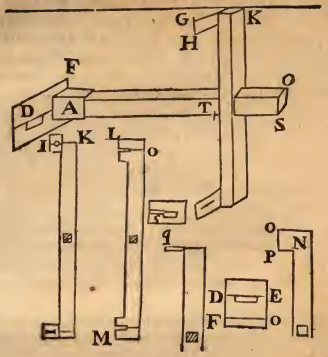
On en doit faire de meſme pour chaque marteau. D'où je concluds que cet inſtrument eſt tres-petit, encore que quelques degrez paroiſſent fort grands; puiſque le rayon du cercle, qui luy ſert de meſure, n'eſt que de la moitié du marteau, les degrez ne devenant grands que parce que la fléche les coupe fort de biais, qui eſt une façon de les agrandir, bien dangereuſe, puiſque la moindre faute vous porte loin. Auſſi ne voyons-nous pas qu'aucun Aſtronome ſe ſoit jamais ſervy de cet inſtrument. L'ancienne Arbaleſte que je décriray cy-aprés, eſtoit meilleure, ayant pour demi-diametre la longueur de la fléche.

PROPOSITION XXVI.

Uſage de l'Arbaleſte.

L'Uſage de l'Arbaleſte ſans pinnules, eſt ſi fautif, que le P. Fournier aſſeure qu'en ayant fait faire l'experience, il a trouvé tres-ſouvent la faute de prés d'un degré. C'eſt pourquoy je croy qu'on y doit ajoûter quelques pinnules; ce que j'entreprens d'expliquer en cette Propoſition.

On peut ſe ſervir de l'Arbaleſte, ou par derriere, ou par devant. La premiere façon eſt la plus aſſurée, mais on ne s'en peut ſervir que pour la hauteur du Soleil par ſon ombre. On peut, pour la mettre en uſage, ajoûter au poinct A, qui eſt le bout de l'Arbaleſte, une pinnule percée en long, laquelle réponde preciſément au milieu de la groſſeur de la fléche, & par laquelle on puiſſe voir le bord de la Mer. Il eſt bon de couvrir cette pinnule de papier blanc, afin de mieux diſtinguer l'ombre. On ajoûte au bout du marteau la pinnule M, qui ſoit auſſi fenduë, & qui réponde preciſément à l'extremité.



La façon ordinaire eſt, de ſe tourner à l'oppoſite du Soleil ; & regardant par les pinnules M & D, le bord de la Mer, faire en ſorte que le bout de l'ombre tombe preciſément ſur la ligne D, avançant, ou reculant le marteau, juſques à ce que cela arrive : ainſi on trouve la hauteur du Soleil ſur la fléche, comptant depuis A juſques à T.

Il y a encore quelque diffi ulté dans cette pratique, à cauſe de la penombre. Car je demande ſi on trouvera par ce moyen, la hauteur du limbe inferieur ou ſuperieur du Soleil, ou celle du Centre. C'eſt une faute qu'ont commis autrefois les Anciens, qui prenant la hauteur du Soleil par l'ombre des obeliſques, & n'ayant point égard à la penombre, nous ont donné la hauteur d'un des limbes, au lieu de nous donner celle du Centre ; ce qui fait une erreur de quinze minutes, ou d'un quart de degré, que nous devons éviter, ſi nous pouvons.

Je donne icy deux de mes inventions, pour en venir à bout. La premiere ſeroit de faire ajoûter au bout du marteau, une petite lame de cuivre, qui euſt un petit trou, ainſi que vous voyez en IK. Il faudroit que le rayon, qui paſſeroit par le trou, tombant ſur la pinnule D, fuſt coupé également par la ligne D, qui répond au milieu de la groſſeur de la fléche. On pourroit encore faire que le marteau débordaſt d'un coſté, ayant deux petites fentes, ainſi que vous voyez en L & en M. Et pour lors on devroit obſerver que le rayon du Soleil qui paſſeroit par la fente L, tombaſt preciſément ſur la fente qu'on a fait ſur la pinnule D.

On le pourroit auſſi prendre d'un autre biais, ſans faire aucune fente dans les bouts du marteau, mais ſeulement une petite avance, comme vous voyez en N, & faiſant une ligne FO ſur la pinnule du bout de la fléche, égale à OP. Et pour lors il faudroit que l'ombre de OP tombaſt ſur FO.

Quatriémement, on pourroit mettre ſeulement une petite cheville de fer qui débordaſt, comme vous voyez en Q, faiſant une marque S de meſme épaiſſeur dans

dans la pinnule de la fléche. Je sçay bien que la façon ordinaire est d'ajoûter une cheville à un des petits marteaux, mettant le grand marteau au bout de la fléche, & faisant en sorte que le bout de son ombre tombe precisément sur la cheville : mais je croy qu'une pinnule percée, donneroit la hauteur du Soleil avec plus d'exactitude. Les Anglois s'en servent fort bien sur leur Quartier.

Je m'arreste un peu à ces façons d'observer, parce que n'esperant pas d'obtenir qu'on se serve de quelqu'autre instrument, celuy-cy estant en usage, il faut que je le perfectionne autant qu'il se pourra: car il est tres-difficile de faire changer ces pratiques à des personnes, qui souventne comprennent pas les Demonstrations qu'on apporte. Il en est de mesme que des Cartes : je me plaignois, il y a quelques années, à ceux qui font les Cartes à Marseille, qu'elles estoient fautives, & qu'elles mettoient dant une mesme latitude des pays, qui l'avoient differente de deux, ou de trois degrez ; ils me répondirent que les Cartes s'estoient toûjours faites de la sorte, & que j'estois le premier qui s'en estoit plaint.

L'usage de l'Arbaleste par devant, est encore plus dangereux; de sorte que maintenant on est reduit à cette extremité, qu'on n'ose plus se fier aux hauteurs prises la nuit, à moins que d'en prendre plusieurs, qui ne soient pas differentes. Je sçay bien que l'horison ne paroist pas clairement la nuit, estant obscurcy par les vapeurs, & que la façon d'observer la hauteur du pole, par l'estoile du Nord, & par le rumb des gardes, en peut estre la cause ; mais je puis asseurer aussi que le defaut de l'instrument n'y contribuë pas peu, & qu'on doit y ajoûter des pinnules, mesme quand on observe par devant.

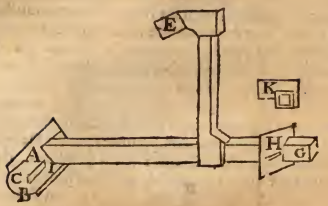
Mettez une pinnule au bout de la fléche, qui soit fenduë : mettez-en aussi aux deux bouts du marteau, comme vous voyez en L, M. Mettez l'œil à la pinnule de la fléche; regardez par la fente L, l'estoile dont vous voulez prendre la hauteur, & par la fente M, le bord de la mer, & vous aurez la hauteur de l'estoile. Que si vous ne voulez pas regarder par ces fentes, au moins laissez toûjours la pinnule de la fleche: autrement vous ferez asseurément quelque faute considerable.

PROPOSITION XXVII.

De la Demi-arbaleste.

J'Ay veu dans quelques Routiers Hollandois, la figure d'une Demi-arbaleste, qui a une fléche & un demi-marteau, & dont les degrez sont une fois plus grands que ceux des fléches ordinaires, comme on le peut facilement démontrer.

On s'en peut servir de deux façons. Si vous voulez prendre la hauteur du Soleil par l'ombre, vous devez mettre une pinnule A de biais au bout de la fléche, & une autre toute simple H à l'autre bout, toutes deux percées. Le demi-diametre peut aussi avoir une avance E, qui soit parallele à la pinnule A, de sorte que la ligne CD soit égale à la ligne BC.



La graduation de la flèche se fait de même façon que celle de l'Arbaleste, si ce n'est qu'il faut se servir d'un quart de cercle, & le diviser en degrez, & non en demidegrez, parce que le marteau n'a qu'une branche.

L'usage en est presque le même : car pour observer par l'ombre, mettez l'œil à la pinnule H, & regardant le bord de la mer, par la pinnule A, avancez ou reculez le marteau, jusques à ce que l'ombre de la pinnule E, tombe sur la pinnule A, & couvre precisément l'espace BC, de sorte que les bords de l'ombre couvrent également les lignes BI, CA : mais il faut prendre garde que la longueur du marteau se prend au bas de la pinnule E.

Pour observer la hauteur d'une estoile, mettez une autre pinnule K, au lieu de la pinnule H, sa fente estant trop menuë pour voir au travers, le bord de la mer, ayant l'œil en A. Il faut aussi un peu rétrecir la fente A, la couvrant un peu par le bas, ou en mettant une autre pinnule. Mettez donc l'œil en A, & regardez le bord de la mer par H, ou par K, mis en H, puis avancez ou reculez le marteau, jusques à ce que vous voyez l'Astre par le bout d'embas de la pinnule E, & vous trouverez sur la flèche, le degré de sa hauteur.

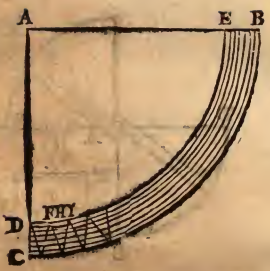
PROPOSITION XXVIII.

Construction du quart de cercle.

AVant que de traitter du quartier Anglois, dont on se sert assez utilement en Mer : Je dois expliquer la construction, & l'usage du quart de cercle, qui est le plus commode, & le plus naturel de tous les instrumens, & duquel on se servoit autrefois, sous le nom d'Arbaleste, comme je montreray cy-après.

Le quart de cercle fait le même effet, que le cercle tout entier ; de sorte qu'il semble assez inutile de se servir d'un cercle entier, puisque les hauteurs des Astres, se prenant depuis l'horison, ne peuvent aller que jusques à 90. degrez, & ne surpassent jamais le quart de cercle.

La graduation d'un quart de cercle est assez facile, si vous ne voulez que les degrez entiers. Car le divisant en trois, puis en deux, ensuite en trois, & enfin en cinq, vous aurez les degrez, puisque ces quatre nombres 3. 2. 3. 5. estant multipliez l'un par l'autre, font le nombre de nonante.



Pour avoir les minutes de cinq en cinq ; ſuppoſons que F D, eſt un degré, prenez la ligne D C, que vous diviſerez en ſix parties égales, décrivant ſix cercles concentriques : & ayant diviſé le degré par le milieu, faites un triangle iſoſele, ainſi vous aurez ſur ces coſtez les minutes de cinq en cinq, car chaque ſegment de ces lignes, compris entre les cercles concentriques, vaut cinq minutes. On diviſeroit chaque degré en trois parties, & on décriroit dix cercles concentriques pour avoir les minutes une à une, ſi le quart de cercle eſtoit plus grand.

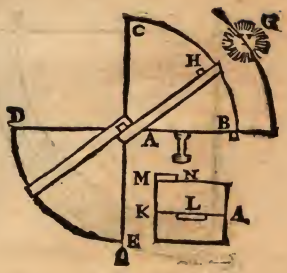
PROPOSITION XXIX.

Premier uſage de quart de cercle.

LA premiere façon de ſe ſervir d'un quart de cercle, eſt de faire en ſorte que le coſté d'embas ſoit horiſontal. Je ſuppoſe donc, que le quart de cercle A B C, ait deux pinnules fenduës. La premiere faite comme A K M N, ſera attachée à une regle qui roule autour de ſon centre A : & on placera la ſeconde au point B, du coſté A B. La troiſiéme qui n'eſt pas fenduë, ſera ſur la regle au point H, & elle aura la largeur M K.

Ayant mis l'œil à la fente de la pinnule B, vous regarderez l'horiſon par l'ouverture de la pinnule du centre A, faiſant en ſorte que l'ombre de la pinnule H, couvre exactement l'eſpace M K L N, ou qu'il s'en manque autant d'un coſté que de l'autre. Alors le bout de la regle montrera les degrez de la hauteur du Soleil, ſur le bord du quart de cercle. On s'en peut ſervir par devant, ayant l'œil à la pinnule du centre A, & regardant l'horiſon par la fente de la pinnule B, & l'Aſtre par le bord d'embas de la pinnule H.

La raiſon qui fait preferer la façon d'obſerver par l'ombre, à celle qui ſe fait en regardant ſimplement l'Aſtre, eſt que dans la premiere, nous n'avons beſoin que d'une ligne viſuelle ; pouvant d'un meſme regard découvrir l'horiſon, & voir ſi le bord de l'ombre tombe preciſément où il faut.



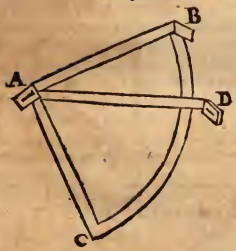
L'incommodité qu'on rencontre à hauſſer ou baiſſer le bout de la regle, qui eſt fort éloigné de la main, a fait inventer quantité d'autres manieres de s'en ſervir, qui reviennent à celle-cy, & que je rapporteray cy-aprés. Mais pour adjouſter quelque choſe de mon invention, on pourroit faire une petite fente à la pinnule H, & faire la pinnule A fort grande, de ſorte qu'elle contiendroit deux degrez de chaque coſté de la ligne A K. La façon de la diviſer eſt ayſée, décrivant un arc de cercle de quelques degrez, à l'ouverture de H A, auquel tirant une tangente & prolongeant des lignes par les diviſions de l'arc, vous aurez les degrez, qu'il faudra enſuite tranſporter, ſur la pinnule du centre. Pour obſerver, placez la regle ſur un degré entier, d'une hauteur eſtimée du Soleil: Si le rayon qui paſſe par la fente de la pinnule H, tombe preciſément ſur la ligne A K, il ne faudra rien adjouſter, ou diminuer de la hauteur eſtimée du Soleil. Si le rayon tombe plus bas que la ligne A K, il faudra autant adjouſter à la hauteur. S'il tombe plus haut, il en faudra autant ſouſtraire.

La ſeconde façon de diſpoſer le quart de cercle, par le moyen d'un plomb A E, ne ſe peut pratiquer en Mer, à cauſe du branle du vaiſſeau. On pourroit auſſi ſuſpendre le quart de cercle D A E, & obſerver à quel degré tomberoit l'ombre de la pinnule du centre; mais cette façon ne ſeroit pas differente de celle que j'ay donnée dans le quarré Geometrique, ſi ce n'eſt en ce que nous nous ſervons d'un quart de cercle diviſé en degrez, au lieu d'un quarré.

PROPOSITION XXX.

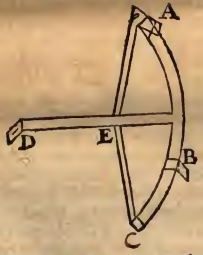
Autre methode de ſe ſervir du quart de cercle.

LA difficulté qui ſe rencontre à ſe ſervir du quart de cercle, ſelon la methode de la propoſition precedente, à cauſe que la main eſt trop éloignée de la pinnule mobile, a donné occaſion d'en inventer pluſieurs autres, qui n'en ſont pas differentes eſſentiellement, mais ſeulement en la diſpoſition des pinnules.



Qu'on propose le quart de cercle A B C, qui ait une pinnule fenduë au centre A & une autre immobile sur le costé A B, au point B; & que la troisiéme aussi fenduë soit sur la regle au point D: mettant l'œil en D, je regarde le bord de la Mer par les pinnules D & A, mais de telle sorte que l'ombre de la pinnule B, tombe sur la pinnule A, gardant les mesmes regles que j'ay données en la proposition precedente Il est évident que l'Angle B D A, est celuy de la hauteur du Soleil: & parce que mon œil est au point D, je n'auray pas tant de peine à élever, ou baisser la regle A D, qui se rencontre plus proche de la main.

Quelques-uns mesme ne mettent point de regle; mais seulement une pinnule mobile au point B, laquelle peut facilement glisser le long de la circonference B C. Nous verrons dans la proposition suivante, qu'un quart de cercle mis en usage de cette sorte, a donné occasion au quartier Anglois.



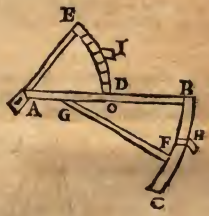
L'ancienne Arbaleste n'estoit qu'un quart de cercle, moins embarassant que les ordnaires, comme la figure le montre assez, n'ayant qu'une circonference de cercle de 90. degrez, & une fléche D E, à laquelle elle estoit jointe à tenon & mortaise. Quelques-uns y adjoustoient deux petits listeaux A E, C E, qui ne servoient qu'à l'affermir, & luy donnoient la figure d'une veritable Arbaleste

On s'en pourroit servir de la mesme façon qu'on se sert d'un quart de cercle. Par exemple on pourroit mettre deux pinnules immobiles l'une au centre D, & l'autre à l'extremité A, la troisiéme seroit mobile en B. Ainsi pour observer la hauteur du Soleil à l'ombre, on mettroit l'œil à la pinnule B, regardant le bord de la Mer, par la fente de la pinnule D, en sorte que l'ombre de la pinnule A, tombast sur la mesme pinnule D; ainsi que nous avons dit auparavant. Comme au contraire pour observer les Estoiles, mettant l'œil à la pinnule D, on regarderoit le bord de la Mer par la pinnule immobile B, qui pourroit avoir une ouverture; & l'Estoile par la pinnule A.

PROPOSITION XXXI.

Du quartier Anglois.

J'Estime le quartier Anglois beaucoup plus parfait, que la fleche, parce que les degrez y ont une juste grandeur, de sorte qu'on y peut marquer les minutes une à une, ou pour le moins de deux en deux, ainsi que je l'ay veu dans quelques-uns. Or cette grandeur de degrez est réelle, & non pas feinte, comme celle des degrez de la fleche, qui ne paroissent grands, que parce que les lignes qui les comprennent y sont receuës de biais; l'instrument estant tres-petit en luy-mesme.



La construction de ce quartier est fondée sur ce principe, qu'il n'est pas necessaire que tout le quart de cercle soit divisé en minutes, mais seulement une partie. Ainsi les Anglois se contentent d'en diviser de la sorte, la troisiéme partie, & pour en venir à bout, ils font le demidiametre A B de deux pieds & demy, qui est une longueur bien raisonnable; l'arc B C est de trente degrez. Ils décrivent aussi du centre A, un arc D E de soixante degrez, lequel ils divisent ou de dix en dix, ou pour le plus de cinq en cinq. L'arc B C, comme j'ay dit, est divisé non seulement en degrez, mais chaque degré en trois parties: puis ayant décrit des cercles concentriques & des lignes traversantes, ainsi que nous avons montré en la proposition vingt-huit, on peut avoir les minutes pour le moins de deux en deux. La pinnule immobile du centre A, est posée de biais, de sorte qu'elle fait un angle de quarante-cinq degrez avec le rayon A B; elle est ouverte, afin qu'on puisse regarder l'horison par son ouverture. La seconde pinnule immobile se met sur

une des divisions du petit arc D E : elle devroit estre parallele à la pinnule A. La troisiéme pinnule mobile, est placée sur l'arc B C, comme en H; elle a aussi une ouverture.

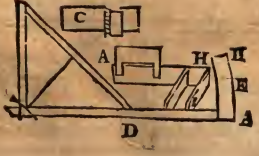
L'usage de ce quartier est facile. Ayant mis l'œil à la pinnule H, on regarde le bord de la Mer par la pinnule A, mais de sorte que l'ombre de la pinnule immobile, placée sur l'arc D E, tombe precisément sur les lignes, marquées sur la pinnule A. Que si cela n'arrive pas, on fait glisser la pinnule H le long de l'arc B C, s'approchant, ou la reculant, jusqu'à ce que regardant le bord de la Mer par l'ouverture de la pinnule A, l'ombre de l'autre pinnule immobile, couvre precisément les lignes qu'on y a tracées. La hauteur de l'Astre sera composée de l'arc D I, & de l'arc B H. Mais pour prendre la hauteur des Estoiles, ayant mis l'œil à l'ouverture de la pinnule A, on regarde le bord de la Mer par la pinnule H, & l'Estoile par le dessous de la pinnule I.

PROPOSITION XXXII.

Correction du quartier Anglois.

CEt instrument est fautif, en ce que la pinnule immobile n'est pas toûjours parallele à la pinnule du centre, ce qui peut causer quelque erreur: car puisqu'il est necessaire, pour éviter l'erreur de la penombre, de marquer deux lignes paralleles sur la pinnule A, éloignées l'une de l'autre, de la largeur de la pinnule immobile ; & de faire tomber son ombre precisément sur ces deux lignes, de sorte que le défaut soit aussi grand d'un costé que d'autre ; on suppose pour cela que ces deux pinnules sont paralleles: ce qui ne se peut observer sur le quartier Anglois, puisque la pinnule immobile change de plan & d'inclination, quand on la place dans des differens endroits de la circonference du petit arc D E.

Il me semble qu'un Mathematicien ne doit pas rapporter des instrumens estrangers, qu'il ne taſche de les perfectionner, & d'y adjouster quelque chose de son Invention. J'en propose donc une idée plus simple & plus facile à estre mise en pratique.



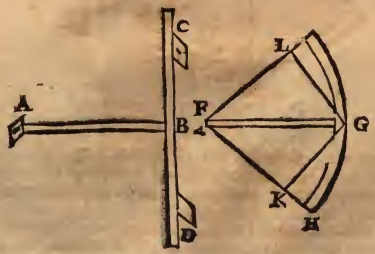
Faites une Esquierre A B C : que son costé A B, soit de trois pieds : B C, B D, chacun d'un pied & demy, ou de deux, joints par une diagonale D C, qui soit de bon bois, & capable de recevoir quelques graduations. & qu'on les assemble à tenon & mortaise. Faites aussi du centre B, l'arc A H de dix ou douze degrez, que vous diviserez en degrez & en minutes. Graduez ensuite la ligne D C, de la mesme façon que j'ay marqué les degrez sur les costez du quarré : puis mettez une pinnule immobile au centre B, la plaçant de biais, c'est à dire, parallelement à la ligne D C J'en ay representé la figure separément en B E : vous voyez qu'elle a une ouverture sous la ligne E, & qu'on y a marqué deux lignes paralleles E, & F G de la largeur de la seconde pinnule qui est C, laquelle se met sur quelque marque de la ligne C D, toûjours à quelque degré plus haut que ne doit estre l'élevation du Soleil. La troisiéme pinnule qui est A H, doit courir sur l'arc A H.

L'usage est le mesme que celuy du quartier Anglois. On regarde l'horison par la pinnule de l'arc A H, & par celle du centre, faisant que l'ombre de la pinnule C, que j'ay placée sur la ligne C D, tombe precisément sur les lignes E, F G. Car pour lors la hauteur du Soleil sera le nombre des degrés de la ligne D C, ostant les degrez qui seront sur l'arc A H. Cét arc A H se pouvoit placer de l'autre costé, c'est à dire en bas.

PROPOSITION XXXIII.

Autre instrument plus facile.

ON pourroit rapporter à ce quartier, une double Esquierre, qui auroit trois pinnules, l'une au centre A, ouverte & immobile : l'autre aussi immobile, sur le costé B C, qu'on diviseroit en degrez seulement, ou mesme de cinq en cinq : la troisiéme seroit mobile & ouverte, que l'on poseroit sur le costé B D divisé en degrez, & en minutes, par le moyen des Tangentes, ainsi que j'ay montré dans la division du quarré. L'usage en seroit le mesme, que du quartier Anglois, tant par l'ombre, que par le rayon direct.

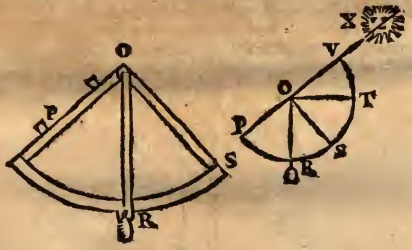


Or parce que j'ay remarqué que la pinnule mobile avoit de la peine à courir assez facilement, quoy qu'on la savonnast, aussi bien que l'arc ou le lifteau le long duquel elle doit courir : J'approuverois fort l'usage d'une regle, ou allidade, qui porteroit la pinnule, parce que son mouvement au tour du centre, estant plus doux, & moins sujet aux arrests, qui se rencontrent sur le bois, quand il frotte contre un autre ; elle marqueroit plus exactement les minutes.

PROPOSITION XXX.

Quelques usages du quart de cercle, qui meritent qu'on en fasse l'essay en Mer.

TOutes les methodes, pour prendre les hauteurs des Estoiles, par le rayon direct, ont une contrainte, qui les rend fort dangereuses, de sorte qu'on n'ose plus se fier aux hauteurs prises la nuit; & par consequent, on perd plus de la moitié des avantages, que l'art de Naviger pourroit tirer de l'Astronomie. Pour corriger ce défaut, il faut remarquer qu'estant impossible que l'œil puisse voir distinctement le bord de la Mer, & l'Astre en mesme temps, principalement s'ils sont beaucoup éloignés, l'un de l'autre, comme quand l'Astre est fort élevé sur l'horison; il faut qu'il les regarde l'un aprés l'autre : Or pendant ce peu de temps, quelque precaution qu'on y apporte, le branle du Navire, ou la main qui n'est pas ferme, hausse, ou baisse l'instrument, & peut produire quelque erreur. Outre que l'horison est presque toûjours obscurcy par les vapeurs, de sorte qu'on a de la peine à le bien voir pendant la nuit. Voicy donc ce que je propose pour observer sans avoir besoin de regarder l'horison.



Placez deux pinnules immobiles sur le costé P O, par lesquelles on puisse voir une Estoile; & au lieu d'un filet, mettez une regle qui puisse rouler autour du centre du quart de cercle, la chargeant de trois ou quatre livres de plomb par le bas pour empescher qu'elle ne branle.

Pourveu qu'elle ne roule pas trop gayement, mais seulement autant qu'il est necessaire pour estre tirée par le poids vers le centre de la terre, elle ne sera pas

agitée : de sorte que tenant la main assez proche, pour l'arrester dés qu'on découvrira l'Estoile ; on pourra observer fort precisément sa hauteur, qui sera l'arc RS. Ce que je demonstre de la sorte.

Demonstration. Que la ligne OT soit perpendiculaire à OR, & par consequent Horisontale, puisque OR, va au centre de la terre : qu'on s'imagine que le côté PO est prolongé plus avant jusques en V, & méme jusques à l'Astre, puisqu'on le découvre par les pinnules. L'angle VOS est droit, le côté OS du quart de cercle estant supposé perpendiculaire au côté OP : l'angle TOR, est aussi droit, la ligne OT estant Horisontale, & OR verticale. Donc les Arcs VS, TR, sont égaux ; & ostant ce qu'ils ont de commun ; les angles VT, RS seront égaux. Or VOT est l'angle de la hauteur de l'Astre, donc SOR le sera aussi. L'essay qu'on fera d'un quart de cercle, avec une regle au lieu de plomb, pourra justifier ma pensée, qui est qu'on pourra si bien suspendre cette regle, en la chargeant d'un poids considerable, que l'agitation du Vaisseau ne la fera pas balancer.

Deux autres semblables difficultés, que nous avons heureusement surmontez, me persuadent que cette invention peut reüssir : car premierement quoy qu'une aiguille aymantée, s'agite sur son pivot, par le moindre mouvement, neantmoins la chargeant d'un carton qu'elle doit porter avec soy, & l'enfermant dans une boëtte balancée sur des pivots, avec un poids par le bas, nous la mettons hors des atteintes des secousses du Vaisseau. Secondement, nous ne sçaurions transporter les Horloges à pendules d'un lieu à un autre, que le moindre contrecoup ne les arreste tout court : cependant si on les met dans une caisse fort longue, & qu'on les suspende par le haut, non pas à une simple corde ; mais à une boule ajustée en forme de genoüil, chargeant la caisse par le bas d'un poids de cent livres, ils ne se sentent aucunement de l'agitation du Vaisseau, & conservent leur mouvement aussi reglé, que s'ils estoient en terre ferme. Je crois donc que non seulement on pourra se servir d'une regle au lieu de filet, mais qu'on pourra encore suspendre un instrument, de sorte qu'il gardera sa ligne Horisontale. On doit faire cette regle un peu large, la charger de plomb comme vous voyés.

en B, & l'ouvrir en long, afin qu'on puisse distinguer le degré où elle se trouve, qu'elle marquera par un filet bien delicat BC; lequel couppera precisément les lignes traversantes, qui portent la division des minutes.

J'approuverois fort une Lunette de longue veuë, au lieu de pinnules; mais il faudroit pour cela cloüer quelques petites plaques de cuivre contre le côté du quart de cercle, pour pouvoir y souder un tuyau, ou de fer blanc ou de cuivre, lequel estant une fois ajusté avec ces verres, ne se doit plus remuer. Il faudroit encore essayer, si la refraction des verres ne produit aucune erreur. L'experience s'en peut faire, ou le comparant avec un autre quart de cercle bien juste; ou prenant de deux façons la hauteur de quelque objet immobile, c'est à dire mettant le quart de cercle au dessous de la Lunette, puis le renversant en sorte que la Lunette soit en bas; car si on trouve la même hauteur d'un côté & d'autre, elle sera juste. Si on la trouve differente, la moitié de la difference sera l'erreur que la refraction des verres, ou la mauvaise disposition du tuyau y produit.

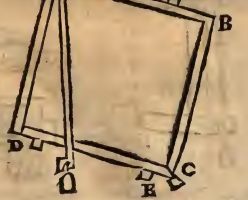
On ajoûte un petit filet, qui traverse le tuyau à deux ou trois pouces de l'oculaire: ce filet sert de pinnules, car on doit tellement pointer le quart de cercle, que ce filet couppe l'Estoile par le milieu.

Une semblable Lunette ne peut servir pour prendre la hauteur du Soleil, si on ne luy ajoûte un verre uerd, & si on ne couvre la plus grande partie de l'objectif, ne laissant qu'un petit trou, pour recevoir peu de rayons. On peut observer le bord superieur, ou inferieur du Soleil; y ajoûtant ou ôtant quinze minutes.

PROPOSITION XXXV.

Autre usage du quarré Geometrique.

PArce que je crois qu'il sera toûjours plus facile d'avoir un quarré, qu'un quart de cercle, il ne sera pas hors de propos de donner l'usage du quarré; supposé que la regle peut servir au lieu du plomb. Divisez le plat du quarré en degrez, & même en minutes, par des lignes transversales, de la mé-

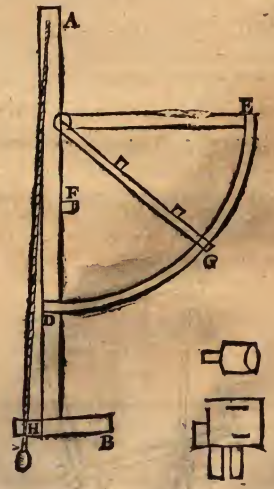


me façon qu'on soudiviſe châque degré du quart de cercle. Mettez auſſi des pinnules ſur le côté AB, ou ſur le côté DE, ou en quelque endroit des côtés AB, BC que vous voudrez, pourveu que la ligne tirée d'une pinnule à l'autre ſoit parallele aux côtés AB, DC. Vous pouvez encore mettre d'autres pinnules en A & C. Ainſi le côté DC donnera les hauteurs depuis quarante-cinq juſques à quatre-vingt dix; & quand on regardera par les pinnules D, & E, les mémes diviſions donneront les hauteurs depuis un juſques à quarante-cinq. J'ajoûte de plus, que la ſeule équierre ADC pourroit ſuffire.

PROPOSITION XXXVI.

La façon d'agrandir un quart de Cercle.

IE ſuppoſe un quart de cercle diviſé ſeulement en degrez, ou méme de cinq en cinq, qui ait un de ſes côtés bien longs comme ADH : Faites en H un Arc de cinq ou ſix degrez de châque côté, décrit du point A comme centre, & diviſé en degrez & minutes. Ajoûtés une regle en G garnie de pinnules, que vous tranſporterez ſur une diviſion entiere du quart de cercle, ayant mis un filet au point A avec un plomb. Faites paſſer le rayon du Soleil par les pin-



ſules de la regle G ; ou ſi vous prenez la hauteur d'une Eſtoile, regardés-la par les mémes pinnules, & le filet AH donnera en degrez, & en minutes, ce qu'il faudra ajoûter, ou ſouſtraire du nombre de degrez qui ſe trouve dans l'Arc DG.

Je ne crois pas qu'on ſe puiſſe facilement ſervir de cet inſtrument en Mer ; mais au moins il peut eſtre utile pour prendre les hauteurs ſur terre, & pour juſtifier les Cartes. Car l'inſtrument ordinaire dont on ſe ſert en Mer, ayant beſoin d'un Horiſon libre, il arrive aſſés ſouvent qu'on ne peut prendre la hauteur des lieux où l'on aborde. Ce qui eſt un defaut tres-conſiderable, parce qu'ainſi on ne peut pas juſtifier les Cartes, ny corriger les erreurs qui s'y rencontrent. Et pour faire voir que ma plainte eſt bien fondée : Quand les Galeres de France furent de retour du voyage de Candie, je demanday à un Pilote, la hauteur, ou la latitude de la Ville de Candie : il me répondit qu'il ne l'avoit pû prendre, parce qu'ayant preſque toûjours demeuré en l'Iſle de Standie, il n'avoit pas eu l'Horiſon découvert.

PROPOSITION XXXVII.

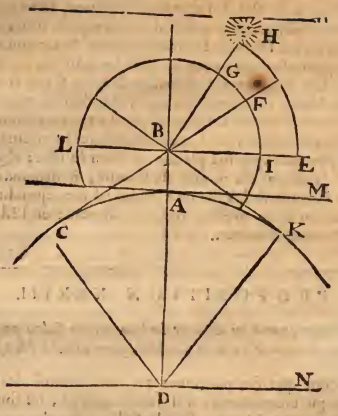
Il y a de l'erreur quand on obſerve la hauteur du Soleil par ſon ombre, en regardant le bord de la Mer, pour avoir l Horiſon.

Je me ſuis eſtonné que des perſonnes qui ont compoſé des traités de Navigation, ayent pû méme douter s'il falloit ajoûter, ou ſouſtraire quelque choſe à la hauteur qu'on a obſervée, ſoit du Soleil, ſoit des autres Aſtres, parce que l'œil eſt éleve par deſſus la ſurface de la Mer : puiſque la demonſtration en eſt tres claire & tres facile, pourveu qu'on ſçache ce que c'eſt qu'Horiſon, & ce que l'on entend quand on dit que la terre n'eſt qu'un point, eſtant comparée au Ciel.

Je dis que celuy qui obſerve la hauteur du Soleil par l'ombre, ou comme l'on dit par derriere, la trouve plus petite qu'elle n'eſt en effet, & que l'erreur eſt d'autant plus grande, que l'œil eſt plus élevé au deſſus de la ſurface de la terre.

Demonſtration. Que KAC ſoit un grand cercle de la terre, par exemple le Meridien Celeſte : le point B l'œil de celuy qui obſerve : AB, la hauteur par deſſus la ſurface de la Mer : ſon Horiſon ſera la ligne LBE perpendiculaire à BE qui va au centre de la terre ; & parallele aux lignes qu'on pourroit tirer par les points A & D perpendiculaires à A D. Or celuy qui obſerve par derriere, regarde le bord de la Mer par la ligne FBC, qu'il prend pour ſon Horiſon ; donc au lieu de trouver GI, pour l'élevation du Soleil, il ne trouve que GF. Il la rencontre donc plus petite qu'elle n'eſt en effet.

Autre Demonſtration. La ligne BC fait avec l'Horiſon BL, l'angle LBC, égal à l'angle ADC : car l'angle LBC, eſt le complement de CBD, puiſque l'angle LBD eſt droit. Pareillement dans le triangle BCD, l'angle C eſtant droit, l'angle D, ſera le complement de LBD ; donc les angles LBC, & D ſont égaux. Or l'angle D eſt meſuré par l'Arc AC ; donc la ligne viſuelle qui va au bord de la Mer, fait un angle avec l'Horiſon d'autant de degrez ou de minutes, qu'en contient l'Arc de la terre qu'elle découvre. En un mot la ligne viſuelle BC, eſt tangente du point C, donc c'eſt l'Horiſon du point C, & non pas du point A. Ainſi puiſque prenant hauteur par derriere, je regarde du côté du



Septentrion, ma ligne visuelle sera l'Horison d'un païs plus Septentrional : or plus je vay vers le Nord, plus les hauteurs des Astres qui sont vers le Sud sont petites ; donc je trouve par mon observation, une hauteur moindre que celle, que je devois trouver dans le lieu où je suis.

PROPOSITION XXXVIII.

Il y a de l'erreur quand on observe la hauteur d'un Astre par devant, en prenant la ligne du bord de la Mer pour Horisontale.

SI on observe la hauteur d'une Estoile, ou du Soleil par devant, se servant pour Horison de la ligne qui aboutit au bord de la Mer ; la hauteur observée sera plus grande qu'il ne faut.

Demonstration. Dans la même figure : Que celuy qui a son œil en B, observe la hauteur du Soleil par devant, & qu'il prenne pour son Horison la ligne BK, qui aboutit à la surface de la Mer du côté qu'il regarde : il est evident que la hauteur du Soleil, n'est autre que l'Arc HE, ou GI, jusques à son Horison BE ; or il se sert de la ligne BK pour Horison : donc il trouve la hauteur GK, au lieu de trouver seulement GI En effet s'il regarde vers le Sud, il prend pour son Horison, celuy d'un païs qui est plus au Sud : or plus on va vers le Sud, plus l'Equateur, & les Astres qui sont de ce côté-là s'élevent sur l'Horison : comme aussi plus on va vers le Nord, plus les Astres du Nord sont élevés ; donc on trouve la hauteur plus grande qu'il ne faut.

PROPOSITION XXXIX.

L'observation est juste, lors qu'on prend pour horison une ligne perpendiculaire à celle qui va au centre de la terre.

SI on observe avec le plomb, c'est à dire, si l'on prend pour horison une ligne perpendiculaire à celle qui va au centre de la terre, il ne faut rien ajouster à l'observation, ny en rien soustraire.

Demonstration. Supposons que dans la figure precedente, on a tiré par les points A & D, les deux lignes DN, AM perpendiculaires à AD : elles seront paralleles à BE. Or soit qu'on se serve pour horison de DN, de AM, ou de BI; on trouvera la mesme chose : car si l'Horison sensible AM, se peut prendre pour le rationel DN, à plus forte raison la ligne BE pourra estre prise pour l'Horison sensible AM, puisque le demidiametre de la terre, est si petit qu'il n'est qu'un point à l'égard du Ciel; d'où l'on conclud que deux lignes paralleles, tirées de divers points de la terre, aboutissent au même point sensible du Ciel.

Je dis, deux lignes paralleles; car si elles font un angle, elles comprendront dans le Ciel un Arc d'autant de degrez, & de minutes, que l'angle qu'elles font, en contient.

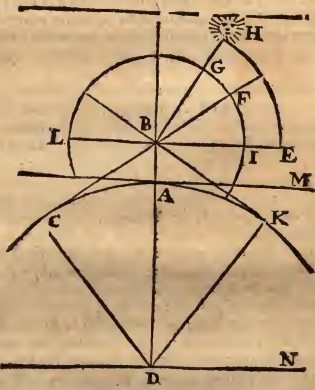
Ainsi il est aisé de découvrir l'erreur de ceux qui blâment cette correction. Un d'eux pour la rejetter, dit qu'il n'a pas veu que Tycho-Brahe ait fait aucune difference entre les observations faites au dessus de sa maison, & celles qu'il pouvoit faire dans sa cour. Je réponds que cela est vray, mais Tycho-Brahe étant sur terre prenoit pour Horison une ligne perpendiculaire à celle que le plomb marquoit.

Quelques autres disent, que si l'élevation de nostre œil au dessus du centre du monde, de 1100. lieües, qui est le demidiametre de la terre, ne cause que trois minutes d'erreur, une élevation de mille pieds ne sera pas considerable. Je réponds, que l'élevation de nostre œil au dessus du centre de la terre, ne fait que trois minutes de difference, & peut-estre beaucoup moins, eu égard à deux plans, que l'on fait paralleles : & qu'ainsi l'élevation de mille pieds ne fera rien, si vous tirez un autre Horison parallele aux deux premiers. Mais si vous voulez prendre pour Horison une ligne qui rencontre la surface de la terre, cette ligne fera une angle de 37 minutes : avec l'Horison que vous tirez parallele au rationel. On peut facilement observer si la pratique répond à la Theorie, ou si la refraction ne l'altere point, ce que je ne crois pas : il ne faut qu'estant sur une falaise, dresser un quart de cercle avec le plomb, en sorte qu'un de ses côté, soit Horisontal; puis baisser l'allidade jusques à ce qu'on découvre le bord de la Mer : l'angle qu'on trouvera sera celuy qu'il faut ajouter, ou soustraire aux observations qu'on fait, prenant pour Horison la ligne qui aboutit au bord de la Mer. Cette methode peut servir pour mesurer la grandeur de la terre.

PROPOSITION XL.

Methode pour supputer la table qui donne ce qu'il faut ajoûter à cause de la hauteur de l'œil, aux observations par derriere, & ce qu'il faut soustraire de celles qu'on fait par devant.

J'Ay demonstré dans la proposition trente-sept, que les angles LBC, & ADC estoient égaux : or la ligne DB, est la secante de l'angle ADC ; & la ligne AB, est l'excés de la secante de l'angle que nous cherchons, par dessus le demidiametre. Si donc il y a soixante mille pas dans un degré de la terre, le demidiametre de la terre aura 3431 mille pas, c'est à dire 17155000 pieds, non pas de Paris, mais de Boulogne, ainsi que je prouveray cy-aprés. Les tables des sinus ont pour rayon, ou sinus total 10000, de sorte que la proportion du demidiametre des tables à celuy de la terre, est comme 10000 à 17155000 : ou si vous voulez negliger quelque chose, comm 10 à 17.



Supposons donc que je veux sçavoir combien l'œil doit estre élevé sur la surface de l'eau, afin que la ligne visuelle s'abbaisse de deux minutes : la secante de deux minutes se trouve dans les tables de 10000002 : donc l'excés de la secante sur le demidiametre sera 2, si le rayon est 10000000 : or le rayon de la Terre est 17155000. Faites donc, comme 10000000 à 17155000, ou comme 10 à 17 : ainsi 2 à un autre. Je trouve trois pieds & $\frac{1}{7}$ qu'il faut que l'œil soit élevé au dessus de la Mer ; c'est à dire que si la Mer estoit calme, je découvrirois un bois, qui seroit sur sa surface, dans une distance de 2 milles, estant élevé

élevé de 3 pieds $\frac{2}{3}$ de Bologne. J'avois fait autre fois une petite table, ne croyant pas que dans un Navire, on fût jamais plus élevé que de 27 pieds : mais parce que j'apprends que de beau temps on va prendre hauteur à la Hune, quoy que je n'en voye pas la raison ; Je mets icy deux autres tables que j'ay supputées suivant le pied terrestre, c'est à dire que le degré de la terre estant divisé en 60 mille pas, & chaque pas en cinq pieds, j'entends par pied terrestre, un pied de cette longueur.

Pieds de Boulogne	minutes.
$\frac{2}{3}$	2
7	3
12	4
19	5
27	6

Pieds Terr. ou de Boulogne.	Minutes sc	
1	1.	7
2	1.	32
3	1.	42
4	2.	7
5	2.	20
6	2.	45
7	3.	3
8	3.	11
9	3.	24
10	3.	37
11	3.	48
12	4.	
13	4.	7
14	4.	16
15	4.	25
16	4.	36
17	4.	42
18	4.	47
19	5.	0
20	5.	7

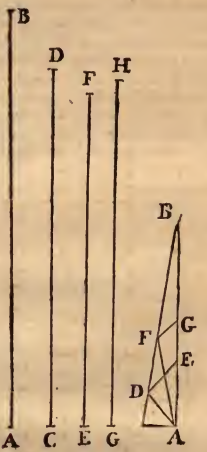
Pieds Terrestre,	Minutes sc	
25	5.	49
30	6.	18
40	7.	22
50	8.	15
60	9.	8
70	9.	48
80	10.	38
90	11.	9
100	11.	43
200	16.	38
300	20.	19
400	23.	27
500	26	13
600	28.	47
700	31.	4
800	33.	12
900	35.	14
1000	37.	8.
font 1170 pieds de Paris		

Je me sers plûtôt du pied de Bologne que de tout autre, parce que je crois qu'il est le plus universel de tous, estant le mesme que le pied terrestre ; de sorte que le prenant cinq fois, j'en fais le pas : & soixante mille pas, suivant ce pied, font un degré de la terre. C'est donc un pied terrestre qui à même proportion au pied de Paris que 1686 à 1440, & au pied Rynlandique que 1686 à 1390.

La Table que Monsieur Denis propose est supputée, sur un trop petit demi-diametre de la terre : J'ay mes raisons pour le faire plus grand, que je deduis-

ray dans la suite. Ainsi me servant du pied de Bologne qui est beaucoup plus grand que celuy de Paris, je trouve presque les mémes nombres que luy.

J'ay expliqué le principe sur lequel j'établis la mienne, & je crois l'avoir demonstré. La ligne AB est le quart du pied terrestre, CD le quart du pied de paris, EF le quart du pied Rynlandique, GH le quart du pied Romain, du temps de Vespasien.



PROPOSITION XXXIX.

Vſage de la Table precedante.

L'Uſage de la Table eſt facile. Aprés avoir meſuré avec le pied dont je viens de parler, de combien l'œil de celuy qui obſerve, eſt élevé au deſſus du niveau de la Mer, on cherchera ce nombre dans la table. S'il s'y rencontre juſte; on trouvéra vis à vis ce qu'il faut ajoûter à l'obſervation qui a eſté faite en regardant l'Horiſon, ou ce qu'il en faut ſouſtraire. Par exemple, ſuppoſons qu'obſervant la hauteur de Soleil par derriere, & regardant le bord de la Mer. Je trouve quarante-cinq degrez, vingt cinq minutes, & que je ſois élevé de dix-neuf pieds terreſtres par deſſus le Niveau de la Mer: cherchant dix-neuf dans la Table, je trouve cinq minutes, qu'il faut ajoûter, j'auray quarante-cinq degrez, trente minutes. Si eſtant à la méme diſtance du niveau

de la Mer, j'avois observé la hauteur du Soleil ou d'une Estoile par devant, & que j'eusse trouvé le nombre quarant-cinq, vingt-cinq minutes, il faudroit soustraire les cinq minutes, & resteroit quarante-cinq vingt.

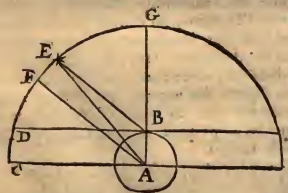
Que si le nombre des pieds de l'élevation ne se rencontre pas juste dans la Table, il faut se servir d'une regle de trois, pour avoir les minutes qu'on doit ajoûter. Par exemple, supposons que prenant hauteur par devant, je suis élevé de quarante-trois pieds, & je veux sçavoir ce qu'il faudra ajoûter ou soustraire à mon observation : quarante pieds me donnent 7. 22 ; 50. pieds donnent 8. 15 il faut soustraire 7. 22 de 8. 15. restent 53 secondes, de changement de 40 à 50 pieds. Ainsi faisant une regle de trois, si 10. me donnent 53 minutes secondes, 3. pieds me donneront $15\frac{2}{10}$ j'ajoûte ces 16 secondes à 7. 22 & j'ay 7. minutes, 38. secondes, qu'il faut ajoûter à la hauteur observée par derriere, & soustraire de la hauteur prise par devant, supposé qu'on se serve pour Horison, de la ligne visuelle qui aboutit au bord de la Mer.

On peut facilement justifier cette Table par l'experience. Que de beau temps, deux observateurs montent à la Hune, & qu'ils observent la hauteur du Soleil, l'un par devant, l'autre par derriere : Si la Table est bonne, la difference sera du double de ce que porte la Table : par exemple, si la Hune estoit élevée par dessus le niveau de la Mer de 50 pieds, la difference sera de 16 minutes 30 secondes. Ainsi on voit qu'il est aisé non seulement de justifier la Table, mais encore de s'éclaircir entierement de cette matiere, si on avoit quelque doute.

PROPOSITION XXXX.

De la Parallaxe.

LA Parallaxe n'est autre chose que la difference qu'il y a entre la hauteur d'un Astre prise eu égard à l'Horison rationel, & celle du méme Astre prise à l'égard de l'Horison sensible. Que le centre de la terre soit A, un point de sa surface B, & qu'on observe la hauteur du Soleil E, la comptant depuis l'Horison sensible BD, perpendiculaire à la ligne BA : cette hauteur sera l'angle EBD. Qu'on tire l'Horison rationel AC, parallele au sensible ; la hauteur du



Soleil prise par rapport à cet Horison rationel sera l'angle EAC ; la difference entre ces deux hauteurs est ce que nous appellons parallaxe. Pour determiner cette difference, tirez la ligne FA parallele à BE.

Demonstration. il est clair *(par la 28 du 1. d Euclide)* que l'angle FAC, est égal à l'angle EBD ; donc l'angle EAF, est la difference entre l'angle EAC de la vraye hauteur, & l'angle EBD da la hauteur observée : parce que les angles alternes FAE, AEB sont aussi égaux ; l'angle AEB sera égal à cette difference.

Or parce que l'Horison rationel AC passant par le centre A divise le Ciel également, nous y devons plûtôt raporter les hauteurs qu'à l'Horison sensible BD : c'est pourquoy la hauteur observée, s'appelle hauteur apparente, & la hauteur prise à l'Horison rationel AC, se nomme la vraye hauteur. Or puisque la hauteur apparente ou observée est toûjours plus petite que la vraye, il faut ajoûter la parallaxe à nos observations, pour avoir la veritable hauteur du Soleil.

Les Astronomes ne sont pas d'accord de la grandeur de la parallaxe du Soleil. Le P. Ricciolius & plusieurs autres Modernes, la font si petite, qu'il n'y faut point avoir égard ; mais seulement à celle de la Lune. Car les Estoiles fixes sont si éloignées de nous, qu'elles n'ont point de parallaxe. Le Soleil selon ces autres n'a qu'une demiminute de parallaxe. Lanfberge luy en donne deux minutes, quand il est à l'Horison. Tychobrahe la fait de trois minutes : Il n'est pas besoin d'en donner la Table : Si vous voulez suivre Lanfberge ; quand le Soleil est moins élevé de 50. degrez, ajoûtez deux minutes à la hauteur observée, pour la parallaxe ; depuis 50. jusques à 78, ajoûtés seulement une minute ; & depuis 78, jusques à 90, n'y ajoûtés rien.

PROPOSITION XXXXI.

Des Refractions.

LA Refraction Astronomique est la difference qui se trouve entre le lieu où est un Astre, & celuy où il paroît, à cause des vapeurs, & des exhalaisons qui sont dans l'air. Je n'examine pas maintenant la doctrine des refractions, qui est demonstrée dans la Dioptique, & dans l'Astronomie. Il suffit icy de sçavoir, que comme les exhalaisons affoiblissent tellement les rayons du Soleil, quand il est vers l'Horison, qu'il nous paroît beaucoup plus grand, & que les Estoiles y brillent plus fortement ; de méme les exhalaisons font paroître les Astres plus hauts qu'ils ne sont, & à mesure qu'ils s'élevent, l'effet de la refraction se diminuë, tant a cause que leurs rayons tombent plus perdiculairement sur la surface des vapeurs qui entourent la terre ; qu'a cause qu'ils n'en rencontrent pas tant. Si vous desirez quelque exemple de la refraction, remarqués que les corps qui sont dans l'eau paroissent plus élevés, & qu'un bâton y semble rompu.

Les Holandois dans un voyage qu'ils firent à la nouvelle Zemble, eurent un exemple fort sensible de la refraction ; car ayants estés obligez d'y rester tout l'hyver, parce que la Mer estoit glacée ; & ayant pris plusieurs fois la hau-

reur du pole du lieu où ils estoient, & supputé exactement le jour, auquel ils devoient revoir le Soleil, qu'ils perdirent durant plusieurs mois : ils le virent deux ou trois jours plûtôt que leur supputation ne portoit ; la refraction le faisant paroître dessus l'Horison, lors qu'en effet il estoit encore au dessous.

TABLE DES REFRACTIONS.

Degrez de hauteur.	Refraction, minutes &
0	31. 0
1	23. 0
2	17. 0
3	14. 0
4	12. 31
5	11. 31
6	10. 31
7	9. 53
8	8. 17
9	7. 33
10	7. 3.
11	6. 34.
12	6. 4.
13	5. 35.
14	5. 6.
15	4. 36.
16	4. 7.
17	3. 38.
18	2. 54.
19	2. 10.
20	1. 40.
21	1. 11.
22	0. 42.
23	0. 14.

Je donne icy la Table des Refractions, l'usage de laquelle est tres-facile ; car ayant fait vostre observation, il ne faut qu'en soustraire la refraction.

Par exemple, si vous avez observé la hauteur du Soleil de 10 degrez : cherchant dix degrez dans la Table, vous trouverez 7 minutes, 3 secondes qu'il faut soustraire de la hauteur trouvée : ainsi au lieu de 10 degrez, vous aurés 9 degrez 53 minutes. Que si la hauteur trouvée avoit aussi des minutes, il faudroit y avoir égard ; comme par exemple, si vous aviez observé la hauteur d'un Astre de 11 degrez 25 minutes, il faudroit prendre la refraction de 11 degrez qui est 6 minutes, 34 secondes, & en soustraire la suivante, qui est 6. 4. reste 30. puis faire une regle de trois : Si le changement d'un degré ou de 60 minutes en la hauteur, oste 30 secondes de la refraction, combien osteront 25 minutes ? Ayant fait la regle, vous trouverez 12 secondes & 30 tierces, qu'il faut oster de la premiere refraction qui est 6. 34 & reste 6. 22. pour la refraction, laquelle estant ostée de la hauteur observée 11 degrez 25 minutes, reste 11 degrez & 3 minutes.

PROPOSITION XXXXII.

Quelque defauts qu'il faut éviter en observant.

ON doit observer avec beaucoup d'exactitude, & ne negliger quoyque ce soit ; tâchant principalement d'avoir des instrumens bien divisés, & prenant garde s'ils sont de bois, qu'ils ne se déjettent point. Je ne crois pas

qu'on puisse observer sans pinnules, l'experience m'ayant fait connoître, que la veüe n'estant point contrainte, s'égare facilement. Quand on observe la hauteur du Soleil, il faut prendre celle de son centre, & non pas celle d'un de ces bords. Si on prend la hauteur du bord d'en haut, il en faut soustraire environ quinze minutes, & les ajoûter à celle du bord d'en bas. Que si on la prend à son ombre, on doit avoir égard à la penombre ; particulierement si le corps qui fait ombre, est bien éloigné de celuy qui la reçoit. Ainsi je mets pour regle generale, qu'il ne faut jamais se regler par un des bords de l'ombre, mais en avoir deux, celuy d'en bas, & celuy d'en haut : c'est pourquoy j'approuverois fort, qu'on se reglat par un rayon qui passast par un trou, ou par l'ombre d'un petit corps rond qui eust la forme d'un cylindre.

La plus dangereuse de toutes les fautes qu'on peut commettre en observant, est de n'être pas sincere dans le raport des observations. J'ay oüy dire que plusieurs Pilotes font leur estime, & poinctent leur Carte, avant que d'observer la hauteur : puis ayant supputé la hauteur qu'il faudroit que le Soleil eust, pour donner la latitude estimée, il font si bien qu'ils observent cette hauteur, & corrigent le Soleil, & les Estoiles. Ainsi quand on commence à prendre hauteur une demi-heure avant midi, ils se trouvent tous daccord, mais à mesure qu'on approche de midy, ils se trouvent differents pour ajuster leurs observations à leur estime. Il en arrive de méme, dit on, quand on observe la hauteur de l'Estoile du Nord : on s'accorde pour sa hauteur, & on est seulement en different touchant le rumb dans lequel elle se trouve. Si cela est vray, comme une personne d'esprit, & qui a demeuré plus de quize ans sur Mer m'en a asseuré ; il n'est plus besoin d'observer, puis qu'on ne se sert plus des observations, pour corriger son estime, ce qui est neantmoins la seule fin pour laquelle on prend la hauteur des Astres. C'est pourquoy les Capitaines doivent sçavoir bien observer, & avoir des instrumens fort seurs : ils doivent aussi châtier plus severement les Pilotes, quand ils n'ont pas observé fidelement, que quand ils n'ont pas fait une estime juste. le premier estant une marque d'ignorance, ou de malice, le second estant plus excusable, y ayant quantité de circonstances, qui peuvent tromper un Pilote dans l'estime. Il est important de remedier à cet abus, parce qu'il est d'une dangereuse consequence.

DE L'ART DE NAVIGER.

LIVRE TROISIE'ME.

De la Bouſſole.

LA Bouſſole *eſt un inſtrument tres-neceſſaire à la Navigation : c'eſt une invention de ces derniers ſiecles, & quoy qu'on en diſe, ny les Anciens, ny Salomon meſme n'en ont point connû l'uſage. Il eſt vray que les Anciens ont reconnû que l'aymant attiroit le fer ; mais ils ont ignoré la proprieté qu'il a, de ſe tourner vers le Septentrion, & le Midy. Ie ſçay que quelques-uns prennent pour la Bouſſole, le mot de* Verſoria, *qui ſe trouve dans Plaute ; mais ils me permettront de leur dire, qu'ils n'entendent ny le Latin, ny la marine, puiſque ce mot en cet endroit, ne peut ſignifier autre choſe que ce que nous appellons Ecoute. C'eſt le ſentiment de preſque tous les Interpretes.*

On ne ſçait pas au vray en quel temps on commença à ſe ſervir en Europe de l'aymant, pour naviger. Quelques-uns croyent que Paul Venetien ayant fait un voyage dans la Chine, en apporta cette invention environ l'an 1260. ce qui augmente leur conjecture, c'eſt que dans les commencemens on ſe ſervoit de la meſme façon, que les Chinois le faiſoient encore ſur la fin du ſiecle paſſé. Vn Poëte François de ce temps-là, décrit la Bouſſole en ces termes : & parlant de l'eſtoile du Nord, il dit :

Icelle Eſtoile ne ſe muet :
Un Art ſont, qui mentir non puet,
Par vertu de la Marinette,
Qui eſt une pierre noirette
A laquelle le fer volontiers ſe joint.

Le mot de Marinette, qui ſignifie une petite grenouille, fait connoiſtre qu'on faiſoit nager l'aymant deſſus du liege, dans l'eau, pour luy donner de la facilité à ſe tourner vers le Nord. Ceux d'Amalphi, qui eſt un Bourg du Royaume de Naples, s'attribuënt ce ſecret, & aſſeurent qu'un certain Iean Gira trouva la Bouſſole, environ l'année 1300. Il ſe peut faire qu'il trouva la façon de faire, ou de ſuſpendre les éguilles : mais le lys qui ſe met ſous la Bouſſole en tous les pays, pour la marque du Nord, montre aſſez que les François l'ont miſe dans

sa derniere perfection. I'expliqueray dans ce Livre, tout ce qui regarde cet instrument, sa construction, ses défauts, ses proprietez, & ses usages.

PROPOSITION PREMIERE.

La construction de la Bouſſole, ou Compas.

FAites une boëte de bois, ronde, ou quarrée de quatre ou cinq poulces de profondeur, plus ou moins, cela n'importe : & de cinq ou ſix de diametre, & meſme de davantage, ſi vous voulez.

Plantez au milieu du fonds, un pivot à Angles droits ; la façon en eſt commune, décrivant du poinct où vous le placez, un ou deux cercles concentriques ; prenant avec le Compas la diſtance, depuis ſon bout d'en haut juſques à la circonference de ce cercle, elle ſera égale de tous coſtez. Ce pivot eſt de leton ou de cuivre, dont la pointe pour eſtre plus juſte, doit eſtre faite au tour, ſi cela ſe peut. Quelques-uns y font ſouder une petite pointe d'acier, & aſſeurent qu'elle ne nuit point à l'aignille. J'ay neantmoins de la peine à me le perſuader.

Il faut prendre garde que ce pivot ne s'émouſſe : & parce que cela peut arriver quand il travaille beaucoup, les Marſeillois font les Bouſſoles, de telle ſorte qu'elles ſe peuvent ouvrir par le bas ; c'eſt à dire que le fonds s'ajuſte au reſte de la boëte par le moyen d'une feüilleure, & y eſt arreſté par deux petits crochets, pour empeſcher l'air d'y entrer ; il faut que cette feüillure ſoit garnie d'une peau bien douce, ainſi qu'on garnit les ſommiers, & portevents des orgues. Cette ouverture par le bas, ſe fait, afin de pouvoir viſiter la Bouſſole ſans oſter le verre, qu'on ne peut remettre comme il faut, qu'en collant du papier tout autour.

Quand on eſt à terre, & qu'on ne ſe ſert pas des Bouſſoles, on doit les laiſſer en eſtat, & dans leur ſituation naturelle, parce qu'ainſi elles conſervent mieux leur vertu, & l'augmentent meſme, comme je l'ay demontré dans mon Traité de la pierre d'Aymant.

La chapelle ou chape, eſt un petit chapiteau qui eſt crenx, en forme de Cone concave, & qui reçoit le pivot, ſur lequel il peut rouler. On le fait ordinairement de cuivre, & j'en ay veu qui eſtoient creuſez au tour. Je croy qu'eſtant de verre, ils rouleroit plus facilement. La forme de cette chapelle par le dehors eſt conique, ou pyramidale, & ſert de centre à la roſe. Ainſi il faut bien prendre garde qu'elle ſoit plantée dans ſon centre, ſans pancher plus d'un coſté que de l'autre ; ce qu'on pourra reconnoiſtre de la meſme façon, qu'on a examiné ſi le pivot eſtoit poſé à Angles droits, au centre de la Bouloſſe.

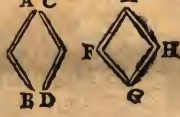
On ne ſe ſert pas d'une ſimple aiguille ſoudée avec la chappe, comme ſont celles des Quadrans ordinaires ; parce qu'elle ſeroit trop mobile, & trop vifve pour un Vaiſſeau, qui eſt dans une perpetuelle agitation. C'eſt un eſſay que j'ay fait, ne m'eſtant jamais pû ſervir d'un Quadran, quoy que je l'aye eſſayé pluſieurs fois : il eſt donc mieux que l'aiguille porte avec ſoy la roſe, puis qu'ainſi eſtant balancée, elle aura de la fermeté. C'eſt ce qui me fait juger, qu'on pourroit ſuſpendre les inſtrumens, pour obſerver les hauteurs de la meſme façon qu'on fait en terre, ſans avoir beſoin de l'horiſon : mais il faudroit

droit s'y appliquer serieusement, & faire quantité d'experiences.

Je donneray cy-aprés la façon de décrire la rose des vents, & ce que signifient toutes les marques qu'on y fait.

La figure de l'aiguille qui est dessous la rose, & qui la dirige, peut estre differente. Si elle est toute simple, semblable à celle des Quadrans, elle n'est pas assez forte pour porter un cercle de carton. Vous en avez la figure en X Y.

La seconde figure qu'on luy donne, est celle d'une losange, ou d'une ovale. On se sert à Marseille de deux fils d'acier A B, C D, qu'on attache dessous la rose, comme vous voyez en A B C D. Cette façon est fort mauvaise, premierement parce que les deux bouts A & C qui regardent le mesme pole, estant separez l'un de l'autre, se contrarient, & se détruisent peu à peu: ainsi que j'ay expliqué dans mon Traité de l'aymant. Secondement, parce qu'ils attachent ces deux fils d'acier avec de la cole fraîche, qui les fait roüiller; ce qui est aussi contraire à la vertu de cette pierre: Aussi ay-je remarqué que les Boussoles qu'on fait à Marseille, ne sont point justes: car en ayant voulu prendre la declinaison, je la trouvois en moins d'une heure, differente de quatre ou cinq degrez; ce qui montre que l'aiguille s'arrestoit tantost sur un poinct de l'horison, & tantost sur un autre.

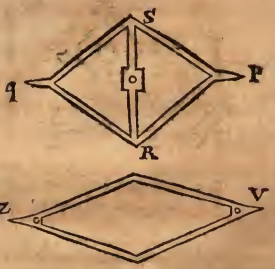


Il faut donc que les deux bouts des fers qui composent la losange, soient joints ensemble, & que s'il se peut faire, ils ne fassent qu'un corps. Quelques-uns les battent sur l'enclume, les tordant l'un avec l'autre; ce que je ne puis approuver, quoy que les Ouvriers asseurent que cela n'y nuit aucunement: car leur experience ne me suffit pas, puis qu'ils ne peuvent pas experimenter, si ce defaut ne diminuë point la vertu de l'aiguille.

Je n'approuve pas aussi une aiguille, faite comme celle que vous voyez en I K de la figure precedente, ny celle qui est faite d'une platine d'a-

cier, comme vous voyez en L M N O ; eſtant certain qu'une platine ne reçoit pas à propos la vertu de l'aymant, ſes pores n'eſtant pas conduits en long.

Il me ſemble que la figure P Q n'eſt pas bonne, car le traverſier R S eſt tres-dangereux ; parce que contractant la vertu de l'aymant qui eſt Nord & Sud, le long de la ligne R S, qui doit eſtre Eſt-oüeſt, elle contrarie celle du reſte de la platine.



Je voudrois donc une loſange tout-à-fait vuidée, faite d'une platine d'acier, comme V Z ; mais il faut batre les coſtez de cette aiguille ſur une enclume, pour les arondir ; car ainſi, ils prendront des pores en long. Il faut auſſi tremper cette éguille d'une trempe qui ne ſoit pas trop forte, autrement elle auroit de la peine à recevoir la vertu de l'aymant, ſes pores eſtant trop ſerrés. On doit mettre les fers preciſément ſur la ligne Nord & Sud, les attachant par de petits clous d'airain, ſans ſe ſervir de colle.

Il ne faut point corriger la Bouſſole, en mettant les fers à quartier : comme ſi on avoit remarqué que l'éguille declinaſt d'un rumb vers le Nord-eſt, il ne faudroit pas pour cela y placer les fers de l'aiguille, ny meſme pour le grand banc ; mais quand on y eſt arrivé on doit obſerver la variation, & corriger les routes par eſtime. Il ne faut pas auſſi faire des Cartes pour la Bouſſole, ſans avoir égard à la declinaiſon ; parce que la declinaiſon de l'ayman dans le meſme lieu, eſt changeante : ainſi on n'auroit ny Carte, ny Bouſſole aſſeurée.

PROPOSITION II.

Diverſes figures de Bouſſole, propres pour obſerver la declinaiſon.

IL n'y a pas grande difficulté à faire le reſte de la boëte, quand on ne s'en veut ſervir que pour conduire le Vaiſſeau : Il ne faut que la ſuſpendre, mettant au deſſous de ſon orlet, ſi elle eſt ronde, un balancier compoſé de deux

cercles. Le premier E F G ſe joint fermement à la boëte, & a deux pivots oppoſez E & G, qui s'engagent dans un autre cercle plus grand de deux ou trois lignes, lequel a deux autres pivots I & K, qui ſe peuvent engager dans une autre boëte exterieure, ronde ou quarrée. Le fond de la boëte doit eſtre chargé de plomb, afin que l'Equilibre ſoit mieux gardé. Le balancier doit eſtre quarré dans les boëtes quarrées.

Je ne m'arreſte pas à la deſcription des autres parties, il ſuffit de les voir une fois, pour les concevoir.

Il eſt un peu plus difficile de faire un compas de variation, c'eſt à dire une Bouſſole, avec laquelle on puiſſe obſerver la déclinaiſon de l'aymant, parce que l'on obſerve pour l'ordinaire au lever, & au coucher du Soleil. Quelques-uns font deux petites feneſtres immediatement au deſſous de l'orlet, qu'ils ferment de deux verres bien clairs, mettant à l'un une pinnule fenduë, & à l'autre un petit filet tendu de haut en bas : ils ajoûtent meſme un petit filet tendu au deſſous du grand verre, qui réponde au centre de la Bouſſole. Quelques uns, aulieu de ces feneſtres, ne font qu'élever deux pinnules, oppoſées diametralement l'une à l'autre, vis à vis d'une marque noire, qui eſt à un des coſtez de la Bouſſole. D'autres ajoûtent un cercle d'airain, diviſé en 360 degrez, qui a un diametre, & un centre, auquel on peut mettre un ſtyle. Toutes ces façons ſont bonnes, & on en peut encore inventer d'autres.

Il seroit à propos de pouvoir tenir la Bousſole ſuſpenduë à la main, quand on a de la peine à rencontrer un lieu commode, & aſſez élevé, pour découvrir l'horiſon, appliquant l'œil à la Bouſſole, ce qui eſt neceſſaire. Car voulant prendre la declinaiſon de l'aymant par les eſtoiles, ſoit qu'elles ſoient à l'horiſon, ou plus élevées, on ne ſçauroit obſerver exactement le rumb. auquel elles ſe trouvent, ſi on n'y applique l'œil. Ainſi je vous feray élever deux ſtyles, ou petites lames de cuivre, de deux ou trois poulces de hauteur, & percées par le bout, & tendre un filet de l'un à l'autre. Mais nous en parlerons encore, quand nous donnerons la façon d'obſerver.

PROPOSITION III.

Des Rumbs de vent, repreſentez par les lignes de la roſe.

LE Rumb de vent, que je puis appeller route, n'eſt autre qu'un grand cercle Azimuth, ou vertical, qui paſſe par le Zenith, & qui coupe l'Horiſon à Angles droits. J'ay expliqué ces cercles dans la propoſition vingt deux du Livre precedent: ils ont chacun une commune ſection avec l'Horiſon, & ce ſont ces communes ſections que nous marquons ſur la Bouſſole. Ainſi les lignes des Rumbs repreſentent les meſmes cercles Azimuts & verticaux, dont elles ſont les communes ſections. C'eſt pourquoy, ſi nous appliquons deſſus un des points du Globe terreſtre, une roſe de papier, diviſée comme la Bouſſole, nous pourrons tracer les cercles que ces lignes repreſentent. L'Horiſon ſe pouvant diviſer en autant de points qu'il nous plaira, nous pouvons auſſi diviſer la roſe de noſtre Bouſſole à noſtre volonté. Neantmoins on s'eſt accordé à la diviſer en trente-deux parties, cette diviſion eſtant tres-naturelle, & tres-facile à faire. Or, parce que nous devons diſtinguer ces lignes l'une de l'autre, nous leur avons donné le nom du vent, qui ſouffle de l'endroit de l'Horiſon, où aboutit cette ligne. Ainſi quand nous diſons le rumb du Nord, & que le Navire ſuit cette route, nous ne voulons pas dire que le vent du Nord ſouffle, mais que la prouë du Navire eſt tournée vers l'endroit de l'Horiſon, d'où nous vient le vent du Nord

Toutes les Nations de l'Europe, comme nous venons de remarquer, ſe ſont accordées en ce point, de diviſer l'horiſon en trente-deux Rumbs, éloignez l'un de l'autre, de onze degrez & $\frac{1}{4}$: car quoy que nous puiſſions diviſer l'horiſon en plus de parties, par exemple en trois cens ſoixante degrez; & qu'en effet nous devions ainſi diviſer la Bouſſole, pour en obſerver plus exactement la declinaiſon; neantmoins on ne doit pas propoſer cette diviſion, à celuy qui tient le gouvernail: car le mouvement du Navire n'eſtant pas ſi conſtant, qu'il ne s'écarte de ſa route, tantoſt d'un coſté, tantoſt de l'autre, il ſeroit inutile d'y rechercher plus de juſteſſe, la pluſpart de ceux qui conduiſent les Vaiſſeaux, n'eſtant pas capables de beaucoup de ſpeculation.

Les noms qu'on donne aux rumbs ſur la Mediterranée, ſont differens de ceux, dont ſe ſervent les Nations d'Europe, qui ſont ſur les coſtes de l'Ocean. Ainſi les Portugais, les Eſpagnols, les François du Ponant, les Flamands,

Hollandois, Danois, & Suedois s'accordent tous, & donnent des noms Allemands aux Rumbs des vents, qui sont sur la Bousſole. Les quatre principaux sont Nord, qui signifie Septentrion ; Sud, le Midy ; Est, l'Orient ; Oüest, l'Occident. De ces quatre noms, on forme les autres par composition. N O signifie Nord oüest, qui est un rumb entre le Septentrion & le Couchant : S O, Sud-oüest, entre le Midy & le Couchant : N E, Nord-est, entre le Septentrion & le Levant : S E, Sud est, entre le Midy & le Levant.

Les autres d'entre-deux, se forment aussi par repetition. Nord-nord-oüest N N O, est entre le Nord, & le Nord-oüest. Oüest-nord-oüest O N O, est entre l'Oüest, & le Nord-oüest. Il en est de mesme des autres : O S O. Oüest-sud-oüest : S S O, Sud sud oüest : S S E, Sud-sud-est : E S E, Est-sud-est : E N E, Est-nord-est : N N E, Nord-nord-est. Ainsi nous avons déja seize routes. Les autres se nomment par des quartes, comme il se voit dans la Table suivante ; Nord, quart de Nord-est, &c.

C'est la premiere Leçon que doivent apprendre ceux qui commencent, afin qu'estant au gouvernail, ils sçachent conduire le Navire, & le mettre sur la route qu'on leur dira, sans se méprendre aucunement : ils la doivent aussi marquer par des lettres, quand ils font leur Journal. Les voicy par ordre, commençant par le Nord, & faisant le tour de la Bousſole, allant du costé de l'Est.

N. NORD.

† N $\frac{1}{4}$ NE. Nord, quart de Nord est.

* NNE. Nord-nord-est.

† NE $\frac{1}{4}$ N Nord-est, quart de Nord.

NE. Nord-est.

† NE $\frac{1}{4}$ E Nord-est, quard d'Est.

* ENE. Est, Nord-est.

† E $\frac{1}{4}$ NE. Est, quart de Nord-est.

EST.

† E $\frac{1}{4}$ SE. Est, quart de Sud-est.

* ESE. Est, Sud-est,

†SE $\frac{1}{4}$ E. Sud-est, quart d'Est.

SE. Sud-est.

†SE $\frac{1}{4}$ S. Sud-est, quart de Sud.

* SSE. Sud-sud-est.

†S $\frac{1}{4}$ SE. Sud, quart de Sud-est.

S SUD.

†S $\frac{1}{4}$ SO. Sud, quart de Sud-oüest.

* SSO. Sud, Sud-oüest.

†SO $\frac{1}{4}$ S. Sud-oüest, quart de Sud.

SO. Sud-oüest.

†SO $\frac{1}{4}$ O. Sud-oüest, $\frac{1}{4}$ d'Oüest.

* OSO. Oüest, Sud-oüest.

†O $\frac{1}{4}$ SO. Oüest $\frac{1}{4}$ de Sud-oüest.

O. OUEST.

†O $\frac{1}{4}$ NO. Oüest, quart de Nord-oüest.

* ONO. Oüest, Nord-oüest.

†NO $\frac{1}{4}$ O. Nord-oüest, quart d'Oüest.

NO. Nord-oüest.

†N O $\frac{1}{4}$ N. Nord-oüest, quart de Nord.

* NNO. Nord nord-oüest.

†N $\frac{1}{4}$ NO. Nord, quart de Nord-oüest.

Ces rumbs ou routes sont plûtost inventées, pour sçavoir à quel point de l'horison on doit mettre le cap, ou prouë du Navire, que pour sçavoir precisément quel vent souffle. Car puis qu'on navige, non seulement de vent de derriere, mais encore d'un vent de quartier, ainsi que nous avons dit; le principal soin des Pilotes, est de tenir la prouë du Navire exactement sur le rumb qu'il faut, parce que si on en prenoit un pour l'autre, on s'écarteroit notablement du lieu, auquel on pretend de le conduire. Je sçay bien que les Pilotes sont obligez de mettre sur le papier journal, non seulement où ils ont le cap, mais encore quel vent ils ont, parce que du vent & du cap, dépend l'estime de la derive: mais ils n'y font pas tant de reflexion, si ce n'est quand le vent est de quartier.

J'ay dit que les lignes des rumbs, marquées sur la Bousſole, repreſentent les cercles verticaux, & qu'elles en sont les communes sections avec l'horison; de sorte que, si en effet on marchoit toûjours du mesme costé, achevant le Plan, ou le cercle que cette ligne repreſente, on décriroit un grand cercle, qui seroit un vertical determiné, eu égard au lieu duquel on est party. Par exemple, estant party de Marseille par le rumb du Sud-est, qui est le quarante-cinquiéme vertical, si je suivois toûjours ce mesme cercle sans changer, je décrirois un grand cercle de la Sphere. Mais il faut prendre garde, que pour suivre le mesme cercle, on ne doit pas toûjours se servir du mesme rumb de la Bousſole; car le mesme cercle qui est Sud-est pour Marseille, n'est pas Sud-est pour le lieu où je suis arrivé, aprés avoir fait beaucoup de chemin: si donc je me sers du mesme rumb de la Bousſole, je m'écarte de ce premier cercle. C'est ce que j'expliqueray plus clairement dans le Livre suivant.

PROPOSITION IV.

Diviſion de la Bouſſole, pratiquée ſur la Mer Mediterranée.

LEs peuples qui sont sur les costes de la Mer Mediterranée, s'accordent tous dans les termes de Marine, de sorte que les Turcs mesme se servent de

noms Italiens, tant dans leurs Vaisseaux, que dans leurs Galeres. On divila Bousſole en trente-deux rumbs. La partie qui regarde le Nord, & qui a une fleur de lys, s'appelle Tramontana : le Sud s'appelle Oſtro : l'Orient s'appelle Levante, & l'Occident Ponente. On met entre le Septentrion & l'Orient, le Grec : entre le Septentrion & le Couchant, le Maeſtre : entre le Midy & l'Orient, le Siroc : entre le Midy & le Couchant, le Garbin, ou Lebeſch. Ainſi nous en avons huit ; T, Tramontana ; G, Grec ; L, Levant ; S, Siroc ; O, Oſtro ; L, Lebeſch ; P, Ponent ; M, Maeſtre. Puis en ſoûdiviſant, nous en trouverons huit autres, auſquels nous donnons des noms compoſez. GT, Greco-Tramontana : MT, Maeſtro-Tramontana : MP, Maeſtro-Ponente : LP, Lebeſch-Ponente : OL, Oſtro-Lebech : OS, Oſtro-Siroc : SL, Siroc-Levant, GL, Grec-Levant.

Les autres qui ſont entre-deux, s'appellent les quartes. La quarte de Tramontane, au Grec : la quarte du Grec, à la Tramontane : la quarte du Grec, au Levant : la quarte du Levant, au Grec : la quarte du Levant, au Siroc : la quarte du Siroc, au Levant : la quarte du Siroc, à l'Oſtro : la quarte de l'Oſtro, au Siroc : la quarte de l'Oſtro, au Lebeſch : la quarte du Lebeſch, à l'Oſtro : la quarte du Lebeſch, au Ponent : la quarte du Ponent, au Lebeſch : la quarte du Ponent, au Maeſtre : la quarte du Maeſtro, au Ponent, la quarte du Maeſtro, à la Tramontane : la quarte de la Tramontane, au Maeſtre. Quelques-uns appellent le Lebeſch, du nom de Garby. L'Etymologie de la pluſpart de ces noms, eſt tirée des endroits, d'où les vents ſouffloient, comme la Tramontane, parce que ce vent, eu égard à Rome, venoit des montagnes de l'Appennin : le Grec, de la Grece : Siroc, *Syrius*, de la Syrie : Oſtro, *Auſter* : Lebeſch, *Lybicus*, de Lybie. Garbino venoit peut-eſtre des Gerbes, qui eſt une Iſle plus bas que Malte, &c.

PROPOSITION V.

L'Vsage de la Bousſole.

LE principal uſage de la Bouſſole, conſiſte en ce que l'aiguille qui a touché la pierre d'aymant, a cette admirable proprieté, de tourner un de ſes bouts au Nord, & l'autre au Sud. Ainſi celle que nous mettons ſous la ligne du Nord, & du Sud de la roſe, ſe tournant vers cet endroit, fera que la fleur de lys regardera toûjours le Nord, & le rumb oppoſé, le Sud : & ces deux routes eſtant bien tournées, toutes les autres le ſeront auſſi. Car le centre de la roſe eſt le meſme que celuy de l'horiſon, puiſque les cercles concentriques ſont diviſez de meſme façon par les lignes tirées de leur centre ; & que les fers tiennent la Bouſſole dans ſa ſituation naturelle. Nous pouvons donc en tout temps montrer l'endroit de l'horiſon, où eſt le Nord, & le Sud, l'Eſt, l'Oüeſt, & tous les autres rumbs, ne faiſant que ſuivre de l'œil, les lignes de la Bouſſole. C'eſt l'avantage que nous donne la Bouſſole, qui nous repreſente toutes les routes dans la meſme diſpoſition qu'elles ont en effet, & qui rend ainſi la conduite d'un Vaiſſeau tres-facile. L'exemple & la pratique nous feront entendre cet uſage beaucoup mieux, que ne feroit un long diſcours. Je ſuppoſe qu'un Pilote, pour me ſervir de leurs termes, fait ſa partance, ou ſon partement de Marſeille, pour Malte. Ayant conſulté ſa Carte, il trouve que pour aller à l'Iſle de ſaint Pierre, qui eſt au bas de la Sardaigne, & qu'il veut reconnoiſtre, il faut tenir la route du Sud-eſt, ou Siroc. Il poſe la Bouſſole, ou compas devant ſoy ; de ſorte que la croix, ou marque noire qui eſt au côté de la boëte en dedans, ſe trouve droit au devant, dans la ligne qui va de poupe en proüe : il ſe ſert enſuite du gouvernail & des voiles, & détourne tellement ſon Navire, que la ligne du Sud-eſt, marquée ſur la roſe, réponde à cette marque noire. Par ce moyen il met le cap au Sud-eſt.

Demonſtration. Le cap, ou proüe de Navire répond à cette croix, qui eſt au dedans de la Bouſſole, puiſque je l'ay diſpoſé de la ſorte, & qu'elle ne change point de place dans le Navire ; or cette marque répond au rumb du Sud-eſt de la roſe, & celuy de la roſe eſt le meſme que celuy de l'horiſon ; donc le Navire a le cap au Sud-eſt.

Ce qui eſt merveilleux, & qui fait voir clairement les avantages de la Navigation moderne par deſſus l'ancienne, c'eſt que je puis auſſi bien conduire le Navire, quand le Ciel eſt couvert, que quand il eſt ſerain, n'ayant pas beſoin des Aſtres pour cela ; auſſi bien dans le fond de cale, qu'eſtant ſur le tillac : de ſorte que le Navire ne ſçauroit ſi peu ſe détourner, qu'en meſme temps la marque qui eſt dans le coſté de la boëte, & qui répond à la proüe, ne s'écarte de la ligne du Sud-eſt, laquelle, ainſi que toute la roſe, eſt tellement affermie par l'aiguille aymantée, qu'elle ne branle pas, encore que le Navire tourne, & que la boëte meſme, ſuivant le mouvement du Navire, tourne auſſi deſſous la roſe.

PROPO-

PROPOSITION VI.

Autres usages de l'aiguille aymantée, pour la conduite des Vaisseaux.

PArce que souvent il peut arriver que la Bousſole ſe gâte, & devienne inutile, je veux enſeigner quelques pratiques, pour ſe ſervir d'un ſimple Quadrant pour la conduite d'un Vaiſſeau. Ce qui peut auſſi favoriſer la fuite des eſclaves Chreſtiens, qui ſont obligez de ſe mettre ſur mer, ſans avoir aucune Bouſſole.

Je ſuppoſe donc qu'on n'a qu'une ſimple aiguille aymantée, & meſme fort petite, comme par exemple celle d'un Quadrant. Décrivez la roſe des vents ſur du papier, que vous mettrez deſſus un ais balancé, la diſpoſant en ſorte, que le rumb par lequel vous voulez naviger, par exemple le Sud-eſt qui eſt D, regarde directement la proüe. Mettez enſuite voſtre Quadrant ſur ce papier, & faites que ſa ligne de Midy ſoit parallele à la ligne F H, qui eſt celle de Nord & Sud de voſtre papier. Enfin détournez le Navire, juſques à ce que l'aiguille du Quadrant tombe ſur la ligne de Midy, & vous aurez le cap au Sud-eſt.

Demonſtration. La ligne I O du Quadrant regarde le Midy, puiſque l'aiguille qui ſe tourne toûjours au Sud, eſt deſſus cette ligne : donc la ligne E H qui luy eſt parallele, eſt auſſi la ligne de Midy. Ainſi le papier eſt bien diſpoſé, & tous les rumbs qui y ſont marquez, regardent les veritables rumbs de l'horiſon ; or le Sud-eſt de la roſe, c'eſt à dire le point D, eſt vis à vis de la proüe : donc la proüe regarde le Sud-eſt.

Toute la difficulté qui ſe peut rencontrer dans cette pratique, ſeroit à balancer l'ais qui porte la roſe. Il ne faut que le ſuſpendre par le haut, par quatre ficelles qui s'uniſſent au meſme poinct, le chargeant par le bas, afin que l'équilibre ſoit mieux gardé.

Si les rumbs sont décrits dans le fond de vostre Quadrant, comme ils sont pour l'ordinaire, vous pourrez vous en servir de la sorte. Tournez la ligne Nord & Sud, du Quadrant, qui est A B, directement vers la prouë : puis détournez le Navire, jusques à ce que l'aiguille aille autant vers l'Oüest que vous voulez aller vers l'Est ; par exemple, si vous voulez aller par le Sud-sud-est, il faut que l'aiguille montre le Sud-sud-oüest. Ainsi la prouë regarde le Sud-sud-est.

Demonstration. Le point D, est celuy du Sud, puisque l'aiguille s'y arreste : donc le rumb B est tourné vers un point de l'horison, qui decline autant du côté de l'Est, que le point D est à l'Oüest du point B. Par consequent, si le point D est le Sud oüest, prenant le poinct B pour le Sud, le mesme point B sera le Sud-est, prenant le point D pour le Sud ; comme il est en effet, quand l'aiguille s'y arreste.

On pourroit encore se servir d'une simple aiguille aymantée, la mettant sur du liege, & la faisant nager dans l'eau, ainsi qu'on faisoit autrefois. Il seroit à propos que chaque Vaisseau eust une bonne pierre d'aymant, afin de pouvoir faire, ou pour le moins remettre en estat les Bousſoles.

PROPOSITION VII.

Divers defauts & accidens, qui peuvent arriver aux Bousſoles.

JE ne sçaurois assez blâmer la negligence, & le peu de jugement de plusieurs Pilotes, qui estant persuadez que la Bousſole est la piece la plus importante

de la Navigation, dont dépend & leur vie, & leur reputation, sont neantmoins si peu curieux d'avoir de bonnes Bousſoles. On fera de grandes dépenſes pour tous les agreils d'un Vaiſſeau ; & pour épargner une piece de trente ſols, on prendra une mauvaiſe Bouſſole.

Voicy les defauts qui ſe peuvent rencontrer dans les Bouſſoles. Premierement, les boëtes ſont quelquefois aſſemblées avec des clous de fer, & le balancier eſt ſouvent du meſme metail. Les Ouvriers de Marſeille font cette faute. L'habitacle meſme ne doit avoir aucun fer : car quoy que ces fers qui ſont un peu éloignez de l'aiguille, ne l'empeſchent pas tout-à-fait de faire ſon devoir, ils ne laiſſent pas de la détourner de pluſieurs degrez, & quelquefois plus qu'on ne s'imagine. C'eſt à ce defaut qu'on doit attribuer les routes égarées, que quelques Navires ont couruës, s'eſtant trouvées à plus de cent lieuës de l'endroit que marquoit l'eſtime des Pilotes : il me ſeroit facile de rapporter quantité d'exemples de cette ſorte. C'eſt une faute dont je repris, il y a quelques années, un Ouvrier du Port de Marſeille ; mais telles gens ne ſe rendent pas à la raiſon : & ſous pretexte qu'ils en ont vendu pluſieurs, & que les Pilotes ne s'en ſont pas plaints, ils ne changent pas facilement d'opinion.

Le ſecond defaut eſt, que le pivot s'émouſſe, & que la chappelle ſe gâte en dedans, ſe roüille, ou contracte de la craſſe. Le remede en eſt aiſé.

Le troiſiéme eſt, quand le carton ſe courbe, de ſorte qu'il touche le verre, les bords, ou le fond de la boëte.

A ce defaut, on peut ajoûter celuy qui arrive infailliblement dans les grandes Navigations, quand on approche de la ligne : car le carton commence à ſe baiſſer du coſté du Sud, & à ſe lever vers le Nord. C'eſt une proprieté des aiguilles aymantées, de s'incliner toûjours du coſté du Pole le plus proche. Vous en pouvez faire l'eſſay ſur une Bouſſole ; car ſi la roſe eſt bien balancée, avant que d'avoir touché l'aymant, elle baiſſera vers le Nord, dés que vous l'aurez fait toucher ; de ſorte que, pour la remettre dans l'Equilibre, vous ſerez obligé d'ajoûter quelques gouttes de poix reſine par le deſſous de la roſe, du côté du Sud. Pour remedier à ce defaut, quand on approche de la ligne, ayant ouvert la Bouſſole, ajoûtez quelques gouttes de cire d'Eſpagne par le bas de la roſe, du coſté du Nord, & elle ſervira comme auparavant.

On dit que les Bouſſoles roulent quelquefois ſur leur pivot, ſans ſe pouvoir arreſter. Un Mathematicien aſſeure que cet accident luy eſt arrivé deux fois, en arpentant quelques champs auprés de Paris, ayant mis le pied du ſoûtien de ſa Bouſſole, ſur un monceau de pierre. Mais cet accident ne dure pas : ainſi il ne faut pas s'en mettre en peine.

Le plus grand defaut de tous, eſt la declinaiſon de l'aymant : Nous allons enſeigner la maniere de le corriger.

PROPOSITION VIII.

De la declinaiſon des Bouſſoles.

SI la pierre d'aymant, & les aiguilles aymantées n'avoient point de declinaiſon, nous aurions un principe aſſeuré de noſtre Navigation, qui ſeroit la route & le rumb, par lequel iroit le Navire : & de plus, la ligne de Midy

qui seroit juste, serviroit infiniment pour toutes les observations. Mais puisque nous ne sommes pas si heureux, il faut suppléer à ce defaut par nos corrections, & chercher cette variation.

On ne peut pas douter que les aiguilles ne declinent, puisque cette declinaison s'étend en quelques endroits jusques à trente degrez, comme le veulent quelques-uns : du moins il est certain que sur le grand banc, la Bousole decline de deux $\frac{1}{4}$ de rumbs, c'est à dire de vingt-deux degrez & demy, ou environ. On n'a pû encore rencontrer aucune regularité dans cette declinaison, qui se trouve souvent differente sous le meſme meridien, ou sous le meſme parallele. On la distingue en deux especes, en Orientale, & en occidentale. Elle decline à l'Orient, quand le bout de l'aiguille qui se tourne vers le Nord, c'est à dire la fleur de lys, ne regarde pas le vray Nord du Ciel, mais s'en écarte du costé de l'Est. Comme au contraire, si la meſme fleur de lys s'en retire du costé de l'Oüest, on l'appelle Occidentale. Ainsi on dit que la Bousole Nordeste, ou Nordoüeste : & sur la Mediterranée, on dit qu'elle grecalise, ou maestrelise. Je ne rapporte pas tout ce qu'on s'est imaginé sur cette declinaison, pour en avoir quelques regles certaines, qui nous la fissent trouver, sans aucunes observations. Je ne pretens pas faire icy un Traité de la pierre d'aymant : il me suffit de dire que tous les efforts qu'on a faits sur ce sujet, ont esté inutiles. On avoit crû que c'estoit les terres, qui détournoient les Bousoles ; de sorte que l'aiguille regardoit directement le Nord au milieu de la traversée d'Europe à l'Amerique ; qu'elle Nordestoit, quand on approchoit de l'Europe, & qu'elle Nordoüestoit vers l'Amerique. Je sçay qu'un de nos Peres, au retour de Canada, aprés avoir souffert une grande tempeste, pendant laquelle on n'avoit pû tenir compte, voyant que les Pilotes ne tomboient pas d'accord du lieu où l'on estoit ; plusieurs croyant estre retournez en arriere, & les autres avoit avancé ; leur fit observer la declinaison de la Bousole, & l'ayant trouvée Nordeste, dit qu'on estoit assez proche de l'Europe ; en effet, on la vit le lendemain. On dit que proche de l'isle de Corvo, qui est une des Açores, la Bousole ne decline point, & que c'est une des raisons, pour lesquelles on y doit mettre le premier meridien : que depuis ce meridien jusques à celuy du cap de Las-aguglias, la declinaison est orientale, allant croissant jusques au milieu, qui est vers l'isle de Tristan de Cunia où elle est de treize degrez : & qu'ensuite elle décroit jusques au cap de Las-aguglias, où elle commence à estre Orientale. Mais toutes ces regles peuvent estre bonnes seulement pour quelque temps, puisque la declinaison a un changement periodique pour le meſme lieu, & qu'aprés un certain nombre d'années, elle retourne au meſme point. L'année 1384, elle estoit Orientale de onze degrez à Londre : l'année 1622, de six degrez : l'année 1634, de quatre. A Paris, l'année 1610, elle estoit Orientale de huit degrez : en 1640, de trois degrez : puis elle a cessé. A Aix en Provence, il y a cinquante ans, qu'elle estoit Orientale de huit degrez : elle a décrû peu à peu, de sorte qu'il n'y en avoit point, il y a quatre ou cinq ans : elle a meſme passé de l'autre costé.

J'aurois donné une Table des declinaisons, comme le P. Riccioli en a une fort ample dans sa Geographie : mais le changement qu'on y remarque, est cause que ces Tables sont inutiles. Les Pilotes ne doivent pas laisser de la marquer dans leur Journal, quand ils l'observent ; parce que ces observations peuvent servir pour inventer quelque hypotheſe, qui nous en donneroit des regles, & qui pourroit aider à trouver la longitude.

PROPOSITION IX.

Premiere façon d'observer la declinaison de la Bousſole à midy, par le Soleil.

COmme on eſt obligé de prendre la hauteur du Soleil à midy, pour avoir la latitude du lieu où l'on eſt, on peut en meſme temps prendre la declinaiſon de la Bouſſole. Il faut pour cela l'expoſer au Soleil, & élever le ſtyle qui eſt au milieu, remarquant à quel degré de la roſe il fait ombre. Ou s'il n'y a point de ſtyle, & qu'on ait tiré un filet au deſſous du verre par le centre de la chappelle, il faut tellement tourner la Bouſſole, que l'ombre de ce filet paſſe par le centre de la roſe, & remarquer le degré ſur lequel elle tombe. Que ſi on élevoit un ſtyle ſur le bord de la Bouſſole, faiſant paſſer ſon ôbre par le centre, il faudroit remarquer le degré qu'elle coupe. Si voſtre Bouſſole eſt toute ſimple, preſentez-y un filet chargé de plomb de ſorte que ſon ombre paſſe par le cêtre, & remarquez le degré qu'elle coupe, pendant que vous obſervez la hauteur du Soleil. Faites-en de meſme toutes les fois que vous obſervez, juſques à ce que la hauteur du Soleil décroiſſe: car la plus grande de toutes les hauteurs, ſera celle de Midy; & par conſequent le degré de la Bouſſole que l'ombre du filet marque alors, ſera le poinct du vray Nord; & voyant de combien la fleur de lys en eſt éloignée, du coſté de l'Eſt, ou de l'Oüeſt, vous verrez la declinaiſon de la Bouſſole.

Neantmoins, parce que le Soleil ne change pas beaucoup de hauteur vers le Midy, il eſt dangereux que ſuivant cette pratique, l'erreur ne ſoit de quelques degrez.

PROPOSITION X.

Seconde façon d'obſerver la declinaiſon de la Bouſſole par la hauteur meridienne des Eſtoiles.

CEtte pratique n'eſt pas differente de la precedente, ſi ce n'eſt en la maniere d'obſerver, à quel degré de la Bouſſole répond l'eſtoile. Ce qui ſe fait, regardant de bas en haut par les pinnules, qui ſont dans les feneſtres qu'on y a pratiquées, ou par celles qu'on a miſes ſur ſon orlet, ce que j'approuverois davantage. Et pour cet effet, je voudrois que la Bouſſole ſe puſt ſuſpendre, & tenir à la main; eſtant difficile de ſe baiſſer ſi bas, quand on la poſe ſur le tillac, ou en quelqu'autre endroit. Il y en a qui ſe ſervent encore de filet, auquel il y a un plomb qu'ils éloignent, le mettant entre la Bouſſole & eux: ils regardent de telle ſorte, que le filet leur couvre le centre de la chappe, & coupe l'eſtoile: mais on doit éclairer la Bouſſole, afin de pouvoir remarquer le degré de la roſe, que le filet leur couvre. Il faut donc prendre hauteur d'une eſtoile, qui s'approche du cercle de Midy, & remarquer à chaque fois, à quel degré de la roſe elle répond. La plus haute de toutes les hauteurs ſera la meridienne; & le degré de la Bouſſole, auquel l'eſtoile répondoit, quand vous l'avez obſervée, eſt celuy du Nord, ou du Sud.

Cette obſervation eſt ſujette aux meſmes defauts, que la precedente.

PROPOSITION XI.

Troiſiéme pratique pour obſerver la declinaiſon de la Bouſſole, par l'Eſtoile du Nord.

L'Eſtoile du Nord ne s'écarte jamais du Meridien que de deux degrez, & environ vingt cinq minutes, & l'année 1700. elle n'en ſera éloignée que de deux degrez, vingt minutes ; de ſorte que ſans autre reflexion, ſi nous obſervons à quel degré de la roſe elle répond ; nous ſommes aſſeurés que le vray midy ne ſera pas éloigné plus de trois ou quatre degrez de cet endroit : ce qui nous donnera quantité de pratiques, pour avoir la declinaiſon de la Bouſſole, par l'Eſtoile Polaire.

Il eſt certain que ſi l'on obſerve le degré de la Bouſſole auquel répond l'Eſtoile Polaire quand elle eſt au Meridien, au deſſus, ou au deſſous du pole, on aura le veritable Nord, ſans eſtre en danger de ſe tromper, puiſque le Cercle qu'elle décrit eſtant fort petit, elle employe beaucoup de temps pour s'en écarter d'un degré. Nous avons d'ailleurs des marques aſſeurées, que l'Eſtoile Polaire eſt au cercle de midy.

La premiere, quand l'Eſtoile qui eſt à la jointure de la Caſſiopée, ſe trouve entre le *Zenith* & l'Eſtoile Polaire ; de ſorte que prenant un filet avec un plomb, il couppe ces deux Eſtoiles, & paſſe par la premiere de la queüe de la grande ourſe, c'eſt à dire par le cheval le plus proche des roües du grand Chariot. Alors l'Eſtoile du Nord eſt à midy, & plus haute que le pole : & c'eſt auſſi pour lors qu'il faudroit prendre ſa hauteur, & en ſouſtraire deux degrez vingt minutes pour avoir la hauteur du pole.

La ſeconde marque, que l'Eſtoile du Nord eſt au cercle de midy, ſera quand l'Eſtoile du Genoüil de la Caſſiopée ſe trouve droit au deſſous d'elle, & le dernier cheval du grand Chariot au deſſus, de ſorte que preſentant un plomb, il rencontre ces trois Eſtoiles. Alors l'Eſtoile du Nord ſera au Meridien, & au deſſous du pole : ainſi prenant garde à quel degré de la Bouſſole elle répond, ce degré ſera le vray Nord, & l'Arc compris entre la fleur de Lys & ce degré, ſera ſa declinaiſon.

La troiſiéme marque pour connoître quand l'Eſtoile du Nord eſt au cercle de midy, par deſſus le pole, ſe prendra par le moyen du Nocturlabe. C'eſt un cercle diviſé en vingt quatre heures, ou en trente-deux Rumbs : le Nord eſt en haut, & le Sud en bas ; il a une regle mobile, & un trou au milieu. Elevez cet inſtrument ſelon ſa ſituation : ſi en regardant l'Eſtoile par le trou, la claire des gardes ſe trouve au cercle de dix heures & un quart du ſoir, ou entre le Sudſudoüeſt, & le Sudoüeſt quart de Sud : les deux dernieres roües du grand chariot, à une heure & trois quarts aprés minuit, ou entre le Sudſudeſt, & le Sudeſt quart au Sud : & le genoüil de Cephée à une heure trois quarts aprés midy, c'eſt à dire entre le Nord-nordoüeſt, & le Nordoüeſt quart au Nord : l'Eſtoile Polaire ſera au Meridien & au deſſus du pole.

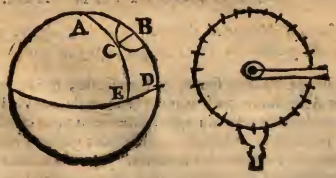
Mais quand le claire des Gardes ſera à dix heures & un quart du matin, c'eſt à dire entre le Nord-nordeſt, & le Nordeſt quart de Nord : les deux roües de derriere du grand Chariot, à une heure & trois quarts aprés midy, ou en-

tre le Nord-nordoüeſt, & Nordoüeſt quart du Nord : & le Genoüil de Cephée à une heure trois quarts aprés minuit : pour lors l'Eſtoile du Nord ſera au Meridien, & au deſſous du pole.

PROPOSITION XII.

Quatriéme façon d'obſerver la declinaiſon de l'Aymant par l'Eſtoile Polaire.

CEtte pratique eſt encore plus aſſeurée que la precedente, parce que l'Eſtoile du Nord demeure aſſés longtemps dans le méme vertical, lors qu'elle eſt au cercle de ſix heures, c'eſt à dire à l'Eſt, ou à l'Oüeſt. Pour le reconoître, ſervez-vous du Nocturlabe à l'ordinaire, qui eſt de regarder l'Eſtoile Polaire par le centre : ſi vous voyez le dernier Cheval du grand Chariot preciſément à l'Oüeſt, ou à ſix heures du ſoir, & l'Eſtoile de la jointure de la Caſſiopée à ſix heures du matin, ou à l'Eſt : l'Eſtoile du Nord ſera auſſi à l'Eſt. Et au contraire, ſi le dernier Cheval du grand Chariot eſt à l'Eſt, & l'Eſtoile de la jointure de la Caſſiopée à l'Oüeſt ; l'Eſtoile du Nord ſera à l'Oüeſt du pole.



Si vous en voulez deux autres marques. Quand la claire des Gardes sera à quatre heures & un quart du matin, l'Estoile du Nord sera à l'Oüest. Quand la claire des gardes est à quatre heures & un quart du soir, c'est à dire un peu aprés le Nordoüest $\frac{1}{4}$ d'Oüest, l'Estoile du Nord est à l'Est.

Quand les deux dernieres roües du grand Chariot seront à sept heures & trois quarts du matin, l'Estoile du Nord sera à l'Oüest. Et si les deux dernieres roües du grand Char sont à sept heures & trois quarts du soir, l'Estoile de Nord se trouve à l'Est eu égard au pole.

Estant asseuré que l'Estoile polaire est par exemple à l'Est ; presentés vostre Bousole à l'ordinaire, & prenez garde à quel degré elle répond : ce degré sera plus à l'Est que le veritable Nord, de deux degrez vingt minutes : si vous estes proche de la ligne Equinoctiale, c'est à dire que la hauteur du pole ne soit que de quelques degrez. Mais si vous estiés dans une plus grande latitude, par exemple de quatante degrez, cet éloignement seroit de plus de degrez.

Demonstration, Que le pole soit B, le Zenith A, l'Estoile polaire C, l'Horison DE, le point E est le degré auquel répond l'Etoile polaire, & le point D est le veritable Nord. Nous sçavons que l'élevation du pole DB est de quarante degrez, AB est son complement de cinquante. L'angle ABC est droit : il faut conoître l'Arc DE, ou l'angle BAC. Faites une regle de trois.

Comme le Sinus AB de 50,
au Sinus total de l'Arc AD qui est de 90.
ainsi la tangente de BC de deux degrez, vingt minutes,
à la tangente de ED.

Ajoûtés le Logarithme du Sinus total	10. 0000000
au Logar. tang. de 2. 20,	8. 6006767
vous aurez	18. 6006767
Ayant soustrait le Log. de Sinus de 50 degrez	9. 8842546
reste le Logarithme	8. 7164221

de la Tangente de deux degrez, cinquante-neuf min. Ainsi vous aurez le veritable Vertical, dans lequel se trouve l'Estoile du Nord. Vous agiriez de même façon, si l'Estoile du Nord estoit à l'Oüest. Quoy que vous n'auriez pas precisément l'élevation du pole, l'erreur ne pourroit estre que de quelques minutes lesquelles on peut bien mépriser en cette matiere.

PROPOSITION XIII.

Cinquiéme façon d'observer la declinaison de la Bousole, par toutes les Estoiles qui sont proches du Pole, & qui ne passent pas par le Zenith.

CEtte pratique est fort seure, & fort facile, & répond à celle dont se servent les Astronomes pour trouver la ligne de midy. Il faut se servir d'une Estoile qui roulant au tour du pole, fasse un si petit cercle qu'elle n'arrive pas au Zenith : prenons par exemple la claire des gardes, qui est éloignée du pole de quatorze degrez, vingt-trois minutes. Quand elle aura passé l'Est, observez son Azimut plusieurs fois, ensorte que vous ayez son plus grand éloignement, de la fleur de Lys de vostre Bousole ; comme de trente degrez : & pour determiner

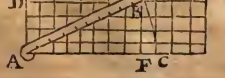
miner l'imagination, que dans la figure precedente, le pole soit le point B; le Zenith A, & que l'Estoile soit au point C. Il se fait un triangle ACB, qui a l'angle ACB, droit, parce que l'Azimut ACE touche le petit cercle au point C, par lequel on a tiré un Arc CB, par le pole du petit : donc (*par la deuxiéme de Theodose*,) ce même Arc CB, estant prolongé, passe par le pole de l'Azimut ACE, & par consequent l'angle ACB est droit. Pour chercher l'Arc DE, ou l'angle BAC, qui est la distance de l'Azimut de l'Estoile jusques au veritable Nord; faites une regle de trois. Comme le Sinus de AB complement de l'élevation du pole, au Sinus total; ainsi le Sinus de BC, distance de l'Estoile au pole, qui est de quatorze degrez, vingt-trois minutes, & vous trouverez dix-huit degrez cinquante-cinq minutes. C'est à dire qu'il faut ajoûter ensemble le Logarithme du Sinus de quatorze degrez, vingt-trois minutes, au Logar. du Sinus total; & soustraire de cette somme, le Logarithme du Sinus du complement de l'élevation de pole, que j'ay supposé estre de cinquante degrez. Ainsi vous trouverez le Logarithme du Sinus de dix-huit degrez, cinquante-cinq minutes : mais parce que l'Azimut de l'Estoile estoit éloigné de la fleur de Lis, de trente degrez; ayant soustrait 18. 55. de 30, reste 10 degrez, & cinq minutes, que la fleur de Lis est plus à l'Oüest que le veritable Nord. Donc la bousſole decline à l'Oüest de 10 degrez, & cinq minutes.

Si vous vouliez supputer ce triangle par les Sinus, pour éviter la division, il faudroit dire; comme le Sinus total

à la Secante de l'élevation du pole;
ainsi le Sinus de la distance de l'Estoile au pole,
au Sinus de la distance de l'Azimut au Meridien.

Cela est ordinaire, que quand le Sinus total est le premier, la multiplication du second & troisiéme terme estant faite, on retranche les cinq, ou six dernieres figures du produit, pour faire la division.

Ce même triangle se peut resoudre sur le quarré de reduction, que je décriray cy-aprés. Comptés dessus la regle, divisée en parties égales, le complement de l'élevation du pole; par exemple, cinquante parties depuis A jusques en B, faisant valoir chaque intervalle pour deux ou trois, autant qu'il vous plaira. Comptez aussi dans le côté des latitudes, qui est AD, quatorze degrez, vingt-trois minutes; faisant aussi valoir chaque intervalle autant qu'auparavant. Faites rouler la regle, jusques à ce que le point B que vous y avez marqué, tombe sur le parallele BD; l'angle BAC, ou l'arc EC, est celuy que vous cherchez.



O

Vous en pouvez faire de même du côté de l'Oüest ; quelque temps auparavant que l'Estoile y arrive : & ce non seulement à la claire des gardes ; mais encore à toutes les autres Estoiles : de sorte que vous pourrez prendre vostre declinaison, par cette methode, à toute heure de la nuit.

PROPOSITION XIV.

Sixiéme façon d'observer la declinaison de la Bousſole, par le lever, & le coucher du Soleil, ou des Estoiles.

OBservez à quel degré de la Bousſole répond le Soleil quand il se leve, & quand il se couche : s'il se leve & se couche dans une égale distance du Sud, la Bousſole ne decline pas. Si cette distance est inégale, partagez l'arc de la Bousſole qui est compris entre le degré que vous a marqué son lever, & celuy que son coucher vous a donné : ce point du milieu sera le veritable Sud, & son opposé le veritable Nord. Si la fleur de Lys se trouve plus vers le Nordest, elle nordestera d'autant de degrez qu'elle en sera éloignée, ou elle nordoüestera, si elle est de l'autre côté.

En hyver, que les jours sont courts ; commencés par le lever, & finissés par le coucher du même jour. Mais en Esté, comparez le coucher du Soleil, avec le lever du lendemain, afin qu'il n'y ait pas tant de distance, d'une observation à l'autre.

Vous pouvez vous servir de la même pratique aux Estoiles, comparant le degré de la bousſole, auquel répond une Estoile, quand elle se leve, avec celuy qu'elle donne quand elle se couche. Et pour ne pas beaucoup attendre, vous pouvez prendre celles qui sont vers le Sud, lesquelles ne demeurent que deux heures sur l'Horison : ou bien encore, celles qui sont vers le Nord, & qui ne demeurent que fort peu au dessous de l'Horison. Par exemple, le bout de la queüe de l'ourse, dans la latitude de trente-huit degrez, ne sçauroit demeurer une heure sous l'Horison. C'est pourquoy si vous consultez la table des Estoiles, le complement de leur declinaison vous donnera la latitude, en laquelle elles ne font que toucher l'Horison au point du Nord, de sorte que vous en trouverez beaucoup qui vous pourront servir, si vous avez la declinaison des Estoiles qui sont vers les poles.

PROPOSITION XV.

Septiéme façon d'observer la declinaison de la Bousſole, par deux hauteurs égales.

OBservez la hauteur du Soleil quelque temps avant midy, par exemple une heure, & le degré de la Bousſole, auquel répond son Azimuth ; observez en suite aprés midy, plusieurs fois la hauteur du mesme Astre, jusques à ce que vous la trouviez égale à celle que vous avez observé le matin, & remarquez dans la Bousſole, le degré auquel répond l'Azimut du Soleil. Divisés par le milieu, l'Arc qui est compris entre ces deux degrez de la Bousſole ; ce degré du milieu sera le vray Sud, & son opposé le vray Nord. Si la fleur de Lys

est à l'Est, ou à l'Oüest de ce point, elle declinera d'autant.

Cette pratique est pour le moins aussi bonne aux Estoiles, & mesme meilleure, à cause qu'elles ne changent pas de declinaison. Or on peut se servir des Estoiles, non seulement dans leur plus grande élevation; mais dans leur plus petite; j'entens de celles qui ne se couchent point. Prenez donc la hauteur d'une Estoile, & son Azimuth quelque temps auparavant qu'elle arrive au cercle de minuit, je veux dire avant qu'elle soit dans le Meridien entre le pole, & l'Horison. Prenez aussi plusieurs hauteurs, jusques à ce que vous en trouviez une égale à la premiere, & observez son Azimut dans la Bousole: si vous partagez également l'Arc compris entre ces deux Azimuts de la Bousole; vous aurez le veritable Nord. Il ne faut point apprehender la refraction, puisqu'elle est égale, & pour l'une, & pour l'autre observation.

PROPOSITION XVI.

Huitiéme façon de trouver la declinaison de la Bousole, par une seule observation du Soleil, ou des Estoiles.

Cette seule pratique peut suffire pour corriger nôtre Bousole, & en trouver la declinaison; ayant cette commodité, qu'elle se peut executer en tout temps, tant de jour que de nuit, & n'ayant besoing que d'une seule observation. Il est vray qu'elle suppose qu'on sçache la declinaison de l'Astre, duquel on se veut servir. Mais s'il s'agit du Soleil, on doit avoir les Tables des quatre années, qui la donnent jour par jour: ainsi il est facile d'en trouver la declinaison, à quelque heure que ce soit. Pour les Estoiles, on doit avoir la declinaison des principales, dans les Tables de declinaison. Cette pratique suppose encore, que nous sçachions la latitude du lieu où nous sommes, ce qui n'est pas difficile; puisqu'un Pilote la doit observer tant qu'il peut: & quand même nous ne l'aurions pas si precise, & que nous nous tromperions de quelques minutes, il ne s'en faudroit pas mettre en peine, parce que l'erreur d'un degré en ce point n'est pas considerable.

Ce Probleme est dans ma Trigonometrie, où j'en donne beaucoup de pratiques sous ce titre. Les trois côtés d'un triangle Spherique estans connus, trouver quelque angle que ce soit. Ulac dans ses Tables le propose ainsi; Ayant connu l'élevation du pole FO; HE la hauteur du Soleil, & FE, le complement de la declinaison, ou la distance depuis le pole jusques au Soleil; trouver son Azimut, qui est l'angle HAO, ou le côté OH, distance de l'Azimut au Meridien. Si donc on observe la hauteur du Soleil, par exemple deux ou trois heures avant midy, ou aprés, avec son Azimut, dans la Bousole, de quarante degrez, & son complement de cinquante: Et que le dernier jour d'Avril *1676.* quelques heures avant midy j'observe la hauteur du Soleil qui est HE, de quarante-sept degrez, & son complement EA de quarante-trois: La declinaison du Soleil ce jour là prise dans la table, est au Nord de quinze degrez sept minutes. Et parce que c'est deux ou trois heures avant midy, j'en oste une ou deux minutes, reste quinze & six: le complement FE, sera de septante-quatre cinquante-quatre. J'ay donc dans le triangle EAF, EF, de 74 54. AE, de *43.* & AF,

de cinquante. Je cherche l'angle A. Premierement, je prends les complemens Arithmetiques des Sinus des Arcs AE ; AF c'eſt à dire j'ôte le logarithme des Sinus de ces Arcs, du logarithme du Sinus total, & reſtent les complemens Arithmetiques de ces Arcs, qui ſont A & B. Je fais enſuite la ſomme des trois côtés, qui ſe trouvera de 167 degrez & 54 minutes : & la moitié 83 degrez 57 minutes ; de laquelle il faut ſouſtraire châque côté AE, AF, pour avoir leur difference d'avec la demie-ſomme ; celle de AE ſera de quarante, cinquante-ſept. Prenez les logarithmes des Sinus de ces differences, qui ſeront C & D, & faites une ſomme totale E, dont la moitié eſt F, le logarithme du Sinus de la moitié de l'angle EAF ; lequel eſtant trouvé dans la table, me donne 56, 48, & le double 113. 36 ſera l'angle OAH, & le reſte juſques à 180, c'eſt à dire 66. 24 ſera l'angle EAB, ou l'Arc KN, qui eſt l'éloignement du vray Sud depuis l'Azimut du Soleil. C'eſt pourquoy ſi vous comptés dans la Bouſſole, ſoixante-ſix degrez vingt-quatre minutes, depuis l'Azimut du Soleil que vous avez obſervé, vous trouverez le degré de la Bouſſole, où eſt le vray Sud ; ſon oppoſé ſera le vray Nord : la diſtance de la fleur de Lys de ce point ſera la declinaiſon.

compl. Ar. de AE 43	0. 1662167 A
compl. Ar. de AF, 50	0. 1157460 B
differ. de AE 40 57	9. 8165066 C
differ. de AF 33. 57	7. 7469992 D
	19. 8454685. E
	9. 9227322. F
	degr. 56. 48.
	dupl. 113. 36.
	reſt. 66. 24.

Vous vous servirez de la même pratique, si vôtre observation a esté faite aprés midy : si ce n'est qu'ayant trouvé la distance de l'Azimut du Soleil, au veritable Sud, il faudra venir comme du Sud-oüest au Sud, pour le compter sur la Boussole.

On se sert encore de la même pratique pour les Estoiles, avec cet avantage que leur declinaison n'est pas changeante.

PROPOSITION XVII.

Trouver la declinaison de la Boussole par le Globe, ayant une observation.

NE pouvant esperer que tous les Pilotes sçachent la Trigonometrie, il faut leur adoucir ce probleme, supposons donc qu'ayant pris la hauteur du Soleil, on ait marqué en même temps le degré de la Boussole, auquel répond son Azimut, & qu'on ait la declinaison du Soleil : nous devons ainsi chercher la declinaison de la Boussole, sur un Globe.

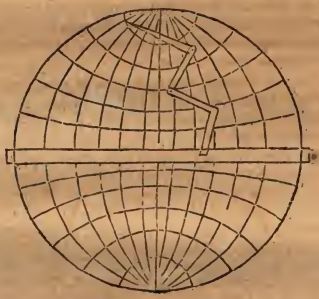
Disposés le Globe selon la situation propre de nôtre latitude, élevant le Pole par dessus l'Horison d'autant de degrez. Transportés le quart de cercle ou lame de Cuivre au Zenith, & marqués dessus, la hauteur du Soleil observée : faites rouler cette lame, jusques à ce que ce degré de la hauteur du Soleil couppe le parallele que le Soleil parcourt ce jour-là ; c'est à dire qui en est autant eloigné de l'Equateur que la declinaison porte de degrez : les degrez de l'Horison compris, entre la lame de cuivre & le Meridien, donnent la distance de l'Azimut du Soleil, & du veritable Sud.

Par exemple, si vous avez observé avant ou aprés midy, la hauteur du Soleil de quarante-sept degrez, dans la hauteur du pole de quarante degrez, & la declinaison de quinze degrez sept minutes. Disposés le Globe selon la latitude de quarante degrez : transportés la lame au Zenith, & faites la rouler du côté de l'Orient, ou de l'Occident, suivant que vôtre observation aura esté faite devant ou aprés midy, jusques à ce que son quarante-septiéme degré, en comptant depuis l'Horison, couppe le parallele qui decline de l'Equateur de quinze degrez & sept minutes : pour lors la lame sera éloignée du Meridien de soixante-six degrez vingt-quatre minutes, ainsi comptant soixante-six degrez vingt-quatre minutes dans la Boussole, en commençeant au degré qui répondoit à l'Azimut du Soleil, vous aurez le vray point du midy, & son oppose sera le vray Nord.

PROPOSITION XVIII.

Ayant une observation de la hauteur du Soleil ou d'une Estoile, trouver la declinaison du Soleil par un Astrolabe.

LEs Pilotes n'ayans pas ordinairement de grands Globes, &, les Astrolabes estans plus faciles, j'ay voulu soudre ce probleme par un Astrolabe, j'entends l'universel qui est celuy sur lequel on a coûtume de décrire les Cartes universelles, de sorte qu'on le pourroit servir d'un Hemisphere d'une de ces Cartes, faute d'un veritable Astrolabe : quoy que les Cartes ne soient pas si propres, parce que les Cercles n'y sont marquez que de dix en dix, au lieu de les avoir de degré en degré. Il faut donc, que cet Astolabe soit collé sur du bois, & qu'une regle roule sur son centre, & porte un petit bras composé de plusieurs parties. L'usage en sera tel.



Ayant observé la hauteur du Soleil, par exemple de quarante-sept degrez, & son Azimut dans la Bousſole : mettez la regle sur le point de la latitude, de sorte que le pole en soit éloigné d'un pareil nombre de degrez. La regle estant en cette situation, portés le bout du petit bras, sur un point du parallele qui decline de l'Equateur, d'autant de degrez que le Soleil ou l'Estoile. Transportés la regle à l'Equateur ; si le bout du petit bras tombe sur le quarante-septiéme parallele, ce point sera le vray lieu du Soleil ; & le Meridien qui passe par là, & qui represente l'Azimut, vous donnera dans l'Equateur pris pour l'Horison, l'Azimut du Soleil, & sa distance depuis le Meridien. Que si la regle ayant este transportée à l'Equateur, le bout du petit bras ne tombe pas au quarante-septiéme parallele, il faut remettre la regle au degré de l'élevation du pole, & avancer le bout du petit bras, sur le parallele du Soleil, jusques

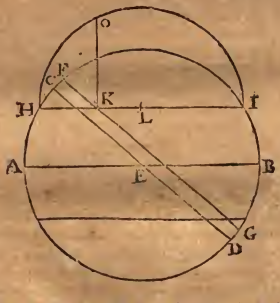
à ce que transportant la regle à l'Equateur, le bout de l'indice rencontre le quarante-septiéme parallele. Car pour lors le Cercle Horaire ou plûtôt le Vertical, qui passe par le bout de l'indice, sera celuy du Soleil au temps de l'observation, & vous donnera dans l'Equateur, sa distance du veritable Sud. Ainsi comptant dans la Bousſole, autant de degrez, à commencer depuis celuy qui répondoit au Soleil pendant l'observation, & allant vers le midy; vous aurez le veritable Sud, & son oppoſé sera le veritable Nord, de sorte que vous pourrez voir combien la fleur de Lys en est éloignée, ou à l'Est, ou l'Oüest; c'est à dire combien elle decline.

Il seroit à propos d'avoir un Astrolabe, quand il n'auroit que ce seul usage, puisque c'est un grand avantage d'avoir un principe asſeuré, & de pouvoir en tout temps corriger la Bousſole.

PROPOSITION XIX.

Ayant la hauteur du Soleil, ou d'une estoile, trouver la declinaiſon de la Bouſſole par un trait de compas, tiré de l'Analemme.

L'Analemme est une espece d'Astrolabe. Je suppoſe que vous sçachiez la latitude, & la declinaiſon du Soleil; & que vous ayez pris sa hauteur, remarquant à quel degré de la Bouſſole répond son Azimuth. Décrivez un Cercle ACBD, le plus grand que vous pourrez: tirez par son centre, la ligne AEB, pour repreſenter l'horiſon; que l'arc AC soit égal au complement de l'élevation du Pole, la ligne CED sera l'équateur.

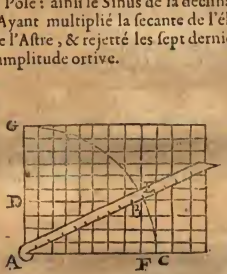


Coupez les arcs CF, DG, égaux à la declinaiſon du Soleil, & tirez la ligne FG, qui repreſente le parallele que le Soleil parcourt ce jour-là. Prenez auſſi les arcs AH, BI, chacun d'autant de degrez, que porte la hauteur du Soleil obſervée, la ligne HI sera l'almicantarath, ou cercle de la hauteur du Soleil. Donc le Soleil répond au poinct K: diviſez la ligne HI par le milieu au poinct L, & ayant décrit le cercle HOI, tirez KO perpendiculaire à HI, l'arc OI

de l'élevation du Pole. Or il eſt clair que dans le Triangle AEF, qui a un Angle droit au poinct F, il y a meſme raiſon du Sinus de l'angle AEF, au Sinus total de l'Angle droit F, que du Sinus de la declinaiſon FA, à l'amplitude AE. Ainſi ajoûtant enſemble les Logarithmes du Sinus total, & du Sinus de la declinaiſon, & ayant ſouſtrait le logarithme du Sinus du complement de l'élevation du Pole, reſtera le logarithme du Sinus de l'amplitude ortive. Par exemple, je veux ſçavoir dans la latitude de quarante-deux degrez, l'amplitude d'un Aſtre, qui a quinze degrez de declinaiſon;

Logarithme du Sinus total,	10. 0000000
Logarithme du Sinus de 15 degrez,	9 4129962
Somme,	19. 4129962
Logarithme du Sinus du complement de 42. c'eſt à dire 48.	9. 8710735
Reſte le logarithme de Sinus de l'amplitude, qui eſt de 20 25.	9. 5419227

Si vous voulez vous ſervir des Sinus, il ſera plus commode de mettre le Sinus total en la premiere place, & au lieu de dire; Comme le Sinus du complement de l'élevation du Pole, au Sinus total: il faudra dire; Comme le Sinus total à la ſecante de l'élevation du Pole: ainſi le Sinus de la declinaiſon de l'Aſtre, au Sinus de l'amplitude ortive. Ayant multiplié la ſecante de l'élevation du Pole, par le Sinus de la declinaiſon de l'Aſtre, & rejetté les ſept derniers chiffres du produit, vous aurez le Sinus de l'amplitude ortive.



Vous pouvez trouver l'amplitude ortive, par le quarré de Reduction. Transportez la regle AE ſur le degré de l'élevation du Pole, en commençant au côté des latitudes, c'eſt à dire que l'Angle GE, ou l'arc GE, ſoit égal à l'élevation du Pole; & EC, ſon complement. Comptez dans le coſté des latitudes autant d'intervalles, qu'en contient la declinaiſon: ſuivez le parallele DB, juſques à la regle: l'amplitude ortive ſera AB, c'eſt à dire qu'elle aura autant de degrez, qu'il s'en trouve dans la ligne AB; ce qui peut ſuffire pour un Pilote, cette derniere pratique eſtant aſſez preciſe, quoy qu'elle le ſoit moins que par la Table.

PROPOSITION XXI.

Trouver la declinaison de la Bousſole par l'amplitude ortive ou occaſe, de quelque Aſtre que ce ſoit.

JE ſuppoſe qu'on a une Table des amplitudes ortives; il s'en faut ſervir de la ſorte. Pour avoir l'amplitude ortive, cherchez la latitude du lieu où vous eſtes, dans la premiere ligne de voſtre Table, par exemple 30 degrez. Cherchez auſſi la declinaiſon du Soleil dans la premiere colomne, par exemple quinze degrez. Suivez la ligne qui porte le quinziéme degré, juſques à ce que vous ſoyez ſous le tiltre de trente, & vous trouverez 17. 23. d'amplitude ortive, c'eſt à dire que le Soleil a dix-ſept degrez, vingt-trois minutes dans la latitude de trente degrez, quand il decline quinze degrez de l'Equateur. Sçachant donc l'amplitude ortive, que le Soleil doit avoir quand il ſe levera, j'expoſe ma Bouſſole; & quand cet Aſtre ſe leve, je le regarde par les pinnules qui ſont aux feneſtres: ou bien j'obſerve de quelqu'autre façon le degré de la Bouſſole, auquel le Soleil répond à ſon lever. Je compte enſuite dix-ſept degrez, vingt-trois minutes vers le Nord, ou vers le Sud, ſuivant que l'amplitude eſt Norde, ou Sude, en commençant à l'Eſt de la Bouſſole. La diſtance qu'il y aura de ce quinziéme degré, juſques à celuy auquel répondoit le Soleil, ou l'Aſtre, à ſon lever, ſera la declinaiſon. Si ce quinziéme degré tire vers le Sud-eſt, eu égard à l'azimuth du Soleil, la declinaiſon ſera Nordeſte: s'il tire vers le Nord-eſt, elle ſera Noroeſte.

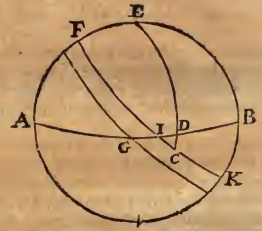
Mais ſi j'obſerve le coucher du Soleil, ou de quelque Aſtre, il faut garder des meſures toutes contraires. Suppoſons donc que la Table porte que l'amplitude occaſe du Soleil, doit eſtre Norde de dix-ſept degrez, ayant obſervé: quel degré de la Bouſſole répondoit à l'azimut du Soleil à ſon coucher, & ayant compté dix-ſept degrez d'amplitude occaſe, tirant vers le Nord, à commencer à l'Oüeſt; ſi ce quinziéme degré eſt plus au Nord de l'azimuth du Soleil, la Bouſſole eſt Nordeſte: s'il tire plus vers le Sud, elle Noroeſte. Il en eſt de meſme des eſtoiles.

PROPOSITION XXII.

Correction de l'Amplitude ortive & occaſe, à cauſe de la ~~declinaiſon~~ refraction.

L'Amplitude tant ortive, qu'occaſe, a beſoin d'une correction: au moins ſi nous voulons eſtre exacts, & ne rien negliger. Car il eſt aſſeuré que le Soleil paroiſt à l'horiſon, quand il eſt encore au deſſous; donc il eſt dans un autre vertical, que celuy auquel il devroit ſe lever. Suppoſons que l'horiſon eſt A B, & le parallele que le Soleil parcourt CF: le Soleil ſe devroit lever en I; de ſorte que le poinct du vray Orient eſtant en G, ſon amplitude ortive ſeroit GI, comme les Tables nous la donnent, parce qu'elles n'ont point d'égard à la refraction. Que le Soleil ſoit encore ſous l'horiſon en C, & qu'à cauſe de la refraction, on le voye, il paroîtra en D; & l'amplitude ortive ſera GD, c'eſt à dire que la refraction le fera paroiſtre plus proche du Nord. Il eſt facile de ſupputer cet arc ID;

car le petit Triangle IDC se peut prendre pour un Triangle rectiligne, ses côtez n'estant que d'un demi degré. Or dans le Triangle IDC, l'Angle D est droit, puisque les verticaux font Angle droit avec l'horison ; l'Angle CID est égal à celuy que l'équateur comprend avec l'horison, c'est à dire, égal au complement de l'élevation du Pole : donc l'Angle ICD sera égal à l'élevation du Pole. L'arc CD est selon Tycho, de trente-quatre minutes pour le Soleil, & trente pour les estoiles : pour moy, j'ay toûjours rejetté cette distinction, & je croy avoir demontré que le Soleil, & les estoiles ont une mesme refraction. Faites donc ; Comme le Sinus du complement de l'élevation du Pole, au Sinus de l'élevation du Pole : ainsi le Sinus de trente minutes, au Sinus de l'arc I D.



Latit. DEG.	*Refract.* Min.
5.	3.
10.	5.
15.	8.
20	11.
25	14.
30.	18.
35.	21.
40.	25.
45.	30.
50.	35.
55.	43.
60.	51.
65.	Degrez. 1. 8.
70.	1 3.m
75.	1. 52.

Je mets icy la Table de l'erreur, que peut causer la Refraction dans l'amplitude ortive, & occase ; retirant toûjours l'Astre du costé du Nord, pendant que la latitude est septentrionale ; & du costé du Sud, quand elle est australe.

L'usage de cette Table est facile : la refraction augmente l'amplitude tant orientale, qu'occidentale, quand elles sont du côté du Pole élevé, c'est à dire en ces pays, quand elles sont Nordes : & elle diminuë les amplitudes Sudes.

PROPOSITION XXIII.

La correction des Bousoles, ou des routes, quand la declinaison en est connuë.

PLusieurs voudroient corriger les Bousoles, mettant les fers sous la declinaison ; par exemple, si la declinaison est au Nord-nord-est, c'est à dire vingt-

deux degrés vers le Nord-eſt ; ils mettent les fers ſous le Nord-nord-eſt, de ſorte que l'aiguille tirant au Nord-nord eſt, la fleur de lys ſe trouve au veritable Nord.

Les Ouvriers ne doivent jamais faire des Bouſſoles de cette maniere, parce qu'elles ne peuvent ſervir que pour un pays determiné & encore pour quelque temps. Car il faut trop de façon pour ſe ſervir de ces Bouſſoles dans les endroits où l'aiguille ne decline pas de meſme ; & le plus habile y peut eſtre embaraſſé. Secondement, on ne peut faire aucune Table de la variation de la Bouſſole : car celle qu'on trouve par les obſervations, eſt reſpective à la Bouſſole ordinaire ; & comme celles-cy n'auroient pas la ſituation naturelle, il faudroit à chaque Table marquer la qualité de la Bouſſole, dont on ſe ſeroit ſervy.

Je ne puis encore approuver la methode de quelques-uns, qui mettent une roſe de vents ſur le carton, auquel ſont attachez les fers ; de ſorte qu'eſtant mobile autour du centre, on la peut placer comme l'on veut. Comme, ſi les bouts de l'aiguille ſont ſous les points A & B, ayant trouvé que la Bouſſole Nordeſtoit, par exemple de dix degrés, on compte depuis la fleur de lys, tirant vers le Nord-eſt, dix degrez juſques en C, lequel on tranſporte vis-à-vis de A. Car A B qui eſt le Nord, & le Sud de l'aiguille, tirera vers le Nord-eſt, eu égard à la fleur de lys, qui repreſente le veritable Nord. Cette façon eſt fort aiſée : mais il faut ouvrir la Bouſſole, ce qui fait roüiller l'aiguille. On pourroit ſe ſervir de deux cercles diviſez en roſe, pour rapporter les veritables routes qui ſont au cercle de deſſus, à celles de la Bouſſole, qui ſont au deſſous. Voicy une meilleure correction, qui conſiſte à pointer les routes. Elle doit eſtre tout-à-fait contraire à la declinaiſon de l'aymant, c'eſt à dire que ſi la declinaiſon va du coſté de l'Eſt, toutes les routes ou rumbs que montre la Bouſſole, ſont fauſſes, & tirent vers l'Eſt, Sud, Oüeſt, Nord. C'eſt pourquoy la correction doit avoir un mouvement contraire, & aller du Nord au Nord-oüeſt, Sud, & Eſt.

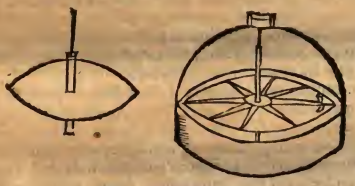
L'Exemple expliquera mieux ma pensée. Je suppose que l'aiguille Nordeste de vingt-deux degrés & $\frac{1}{2}$, en sorte que la fleur de lys regarde le Nord-nord-est du monde : le defaut va du Nord, vers l'Est; & la correction doit aller tout au contraire, c'est à dire que, si je veux aller par le veritable Nord, il faut suivre le Nord-noroüest de la Bousole, & au lieu du Nord-noroest, prendre le Noroest. Que si je veux mettre le cap au Noroüest, je dois prendre le suivant Oüest Noroüest : au lieu de l'Oüest, suivre l'Oüest Sud-oüest : au lieu du Sud, le Sud-sud-est : au lieu de l'Est, l'Est Nord-est.

Au contraire, si la declinaison estoit au Nord quart Noroüest, je prendrois toutes les routes d'un quart de vent plus avant ; par exemple, le veritable Nord sera au Nord $\frac{1}{4}$ de Nord-est de la Bousole : l'Est, à l'Est quart de Sud-est : le Sud, au Sud quart de Sud-oüest ; & ainsi de tous les autres rumbs de vent.

PROPOSITION XXIV.

Façon de Bousole, qui n'est sujette à aucune declinaison.

JE propose cette invention par curiosité: elle est du P. Grandamy de nostre Compagnie, qui en a donné un petit Traité. Il se sert d'une grosse aiguille de six pouces de long ; & la faisant passer à travers un morceau de liege, ou la soudant à un petit cone de leton, il la fait nager dessus l'eau, en sorte que le bout qui doit regarder le Nord, soit en bas, & l'autre en haut.



Cette aiguille aprés avoir tourné quelque temps, s'arreste toûjours de la mesme façon, c'est à dire, que si ayant mis une rose de carton sur ce liege, & ayant observé quel point de cette rose regarde le Nord, vous y mettez la fleur de lys, cet instrument estant transporté en quelque lieu que ce soit, la fleur de lys regardera le Nord sans aucune declinaison. Quand cette experience seroit certaine, elle seroit inutile pour la Navigation ; parce que le mouvement d'une aiguille aymantée, disposée de la sorte, est trop lent.

PROPOSITION XXV.

D'où vient que ceux qui navigent sur la Mediterranée, pour aller au Levant, doivent donner un quart de rumb à la gauche.

CEtte question est fort celebre à Marseille, & on croit qu'il est impossible de la resoudre. Je trouve qu'elle a esté proposée, il y a prés de soixante & dix ans, par Mr. le Commandeur de Fumée, General des Galeres de Malte. Elle pouvoit passer pour difficile, quand la declinaison de l'aymant n'estoit pas connuë; mais maintenant il est aisé d'y répondre, sçachant observer la declinaison de la Boussole.

Malte, & Candie sont à peu prés au mesme parallele: si neantmoins on met le cap à l'Est de la Boussole, on tombera plus haut vers le Nord; de sorte que pour y arriver, il faut donner un quart de vent à la gauche, c'est à dire suivre l'Est quart de Sudest de la Boussole. Il en faut faire autant au retour, & prendre l'Oüest quart du Noroüest. Il en est de mesme de tous les autres endroits, où l'on peut aller. Examinons en premier lieu, l'opinion de ceux qui ont crû que les courans causoient ce détour. Nous ne doutons pas qu'il n'y ait des courans dans la mer; celuy qui porte depuis les Poles jusques à la ligne, pour suppleer à l'eau que le Soleil éleve en vapeurs, estant assez sensible. Ce courant general donne contre le cap Spartel, entre par le détroit de Gilbratar, dans la Mer Mediterranée, & costoyant toute la Barbarie de l'Occident à l'Orient jusques au cap Bon, descend dans le Golfe de la Sidre: puis remontant vers Ptolomete, va jusques en Egypte, où il remonte vers le Nord le long de la Syrie, jusques à Alexandrette. C'est là où il commence à retourner vers l'Occident, le long de la Caramanie; & suivant la mesme route le long des costes d'Italie, de Provence, & d'Espagne, il sort enfin par le mesme détroit. Les Thuns suivent ce courant: ceux qu'on prend vers la Barbarie, & le bas de la Sardaigne, vont au Levant, & sont fort gras; ceux qu'on prend en Italie, & en Provence, sont fort maigres, & vont à l'Occident, aussi les appelle-t-on *di Ritorno*.

Il est vray que pour contrarier ce courant, il faut souvent prendre des routes differentes de celles que montrent les Cartes. Par exemple, quoy que Tabarque soit au Sud de la Galite, il faut suivre Sud quart de Sud-oüest, pour y arriver. Pour aller de Cypre à Alexandrie, il faut se détourner vers le Sud, quelquefois d'un demi rumb, particulierement pendant l'inondation du Nil. Pareillement, pour aller de Cypre en Syrie, il faut donner sur la droite, aussi bien que de Cypre à Satalie. Mais en tous ces endroits il faut faire le contraire, & tirer sur la gauche, au retour; or dans l'exemple que nous proposons, il faut donner sur la droite, tant en allant, qu'en retournant: donc ce ne sont pas les courans, qui nous font user de cette précaution.

Quelques autres ont crû que les Cartes estoient mal faites. Je sçay que les Cartes de la Mediterranée, dont se servent les Marseillois, sont tres-fautives, & qu'elles manquent de trois, & mesme en plusieurs endroits de quatre degrez. En effet, vous trouverez que dans ces Cartes, Constantinople a la mesme hauteur que Venise, & neantmoins Venise est à quarante-cinq degrez de latitude, & Constantinople à quarante & un, & un quart, comme je l'ay observé moy-méme.

Je pourrois apporter une infinité d'exemples, qui demontreroient évidemment que ces Cartes ne valent rien. Mais estant asseuré que Candie, & Malte sont sous le mesme parallele, & que toutefois on ne doit pas mettre le cap à l'Est pour y arriver ; mais à l'Est quart de Sud-est, on ne peut pas attribuer cet effet au defaut des Cartes.

Je dis donc que s'il est vray, qu'encore maintenant il soit necessaire de donner un quart de vent à la gauche, quand on va au Levant ; la cause n'en peut estre autre, que la declinaison de l'aymant, qui decline vers le Noroüest, ainsi que je l'ay veu marqué dans quelques Portulans Hollandois.

Demonstration. Supposé que l'aiguille decline d'un quart de vent du Nord au Noroüest ; toutes les routes sont fausses, & tirent du Nord à l'Oüest, au Sud, & à l'Est. Donc pour faire la correction telle que nous l'avons marquée cy-dessus il faudra prendre de l'autre costé. C'est pourquoy la route de l'Est, marquée dans la Bousſole, estant montrée à l'Est quart du Nord-est, l'Est quart du Sud-est de la Bousſole, sera precisément à l'Est. Ainsi pour aller à l'Est, il faudra mettre le cap à l'Est quart du Sud-est de la Bousſole. On pourroit objecter que si cela estoit vray, on devroit garder la mesme regle pour les autres routes : ce qu'on ne fait pas, si on doit aller au Nord, ou au Sud.

Je répons premierement, qu'il n'y a point de Navigation ordinaire qui soit au Nord, ou au Sud en cette mer, & qui puisse verifier ce qu'on avance ; & que quelques-uns l'asseurent ainsi sans le sçavoir, pour rendre la difficulté plus grande.

Secondement, il se peut faire que la declinaison de la Bousſole au milieu de la mer, soit differente de celle qui se trouve sur les costes.

Je dis en troisiéme lieu, que les courans qu'on rencontre, principalement sur les bords de la mer, obligent à garder d'autres mesures.

Quatriémement, les Cartes ne sont pas si asseurées du Nord au Sud, que de l'Oüest à l'Est ; de sorte qu'il se peut faire qu'on ait placé des pays du Nord au Sud, qui ne sont pas en effet situez de la sorte. Mais l'observation de la latitude fait, qu'on ne se trompe pas de l'Oüest à l'Est.

On demande si on peut faire une Carte, qui soit ajustée selon les rumbs de la Bousſole, & non pas selon les veritables. Je dis que la declinaison n'estant pas par tout la mesme, comme aussi estant differente en divers temps, cela ne se peut faire : & qu'une Carte faite de la sorte, seroit asseurément fautive.

DE L'ART DE NAVIGER.

LIVRE QVATRIE'ME.

Des Loxodromies.

Voy que la science des Loxodromies soit difficile, & qu'il semble qu'elle surpasse la portée des Pilotes ordinaires, qui se doivent contenter des pratiques ; neantmoins voulant demontrer celles que je propose, je suis obligé d'en donner les principes : je ne puis aussi me dispenser d'expliquer la nature du chemin que fait un Navire, c'est à dire de la ligne qu'il décrit dessus le Globe de la terre, quand il suit le mesme Rumb de la Bousſole. Ie le fais d'autant plus volontiers, que cette doctrine doit servir de regle, pour examiner certaines pratiques que plusieurs personnes, qui ne sont pas bons Geometres, proposent de leur invention, lesquelles sont assés souvent fautives. Voicy l'ordre de ce livre. I'expliqueray par quelques Theoremes, la nature des lignes Loxodromiques : Ie donneray ensuite la façon d'en supputer les Tables. Troisiémement je montreray leur usage pour pointer les routes, & conduire le Navire, en ne se servant que de l'adition, & de la soustraction. I'enseigneray aussi la maniere de resoudre tous les problemes nautiques, par les Sinus, & Logarithmes, demonstrant Geometriquement l'erreur qui s'y commet ordinairement par la moyenne parallele, & quelle en doit estre la veritable correction. Enfin je proposeray le quarré de reduction, auquel ajoutant quelques lignes, je donneray un moyen tres-commode aux Pilotes ordinaires, pour pointer les Cartes organiquement, avec autant de justesse, que par les deux manieres precedantes.

PROPOSITION PREMIERE.

De la Nature de la ligne Loxodromique que décrit un Navire, conduit par le mesme Rumb de la bousſole.

LA ligne Loxodromique tire son origine, de l'instrument ordinaire, dont on se sert pour la conduite du Vaisseau, c'est à dire de la Bousſole. Je dis donc que si nous suivons le méme Rumb oblique, par exemple le Sudest ; la ligne que nous décrirons pendant ce temps, fait des angles de quarante-cinq degrez,

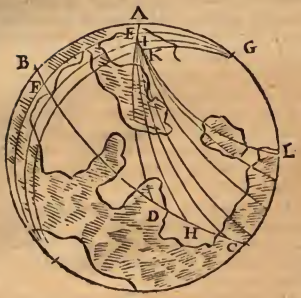
degrez, non seulement avec le Meridien duquel nous sommes partis ; mais encore avec tous ceux que nous rencontrons en chemin, estant une proprieté de l'Aiguille aymantée, de s'ajuster au Meridien du lieu où elle est. On demande donc quelle ligne, fait un angle de quarante-cinq degrez avec tous les Meridiens : & ce sera celle que nous cherchons.

Nous avons dit dans le Livre precedent que la rose de la Bousſole, representoit l'Horiſon du lieu où nous sommes, & que les lignes des Rumbs qui y estoient marquées, montroient les communes sections de l'Horiſon, & des Cercles verticaux ; & pouvoient estre prises pour les mêmes verticaux qui sont des grands Cercles de la Sphere. Mais aussi il faut remarquer que le même Cercle qui sert de vertical à un païs, n'est plus le même vertical dans l'autre. Par exemple, je parts de Marseille par le Rumb du Sudest, qui est le quarante-cinquiéme vertical : quand j'ay beaucoup avancé, & que je rencontre un autre Meridien ; le même Cercle ne fait plus le même angle avec ce Meridien, & par consequent n'est plus montré par le Rumb du Sudest, qui marque un autre vertical, propre du lieu où je suis arrivé. Suivant donc toûjours la ligne du Sudest, je marcheray au commencement sur un grand Cercle ; estant un peu avancé, la ligne du Sudest de la Bousſole m'en montrera un autre : ainſi je ne parcourray pas un grand Cercle ; mais une ligne courbe, compoſée de pluſieurs segments de grands Cercles.

Cette difficulté fut autrefois proposée à Nonius par un fameux Pilote, qui formoit ainſi son raiſonnement. Le Rumb de l'Est represente un grand Cercle ; or deux grands Cercles de la Sphere se couppent, (*ſelon la 11 du 1 de Theodoſe* :) donc le grand Cercle que la ligne de l'Est represente, couppe l'Equinoctial : & de fait, le jour de l'Equinoxe, quand le Soleil est à l'Equateur, je le voy lever au Rumb de l'Est, & se coucher à l'Oüest : donc l'Est, & l'Oüest couppent l'Equateur. D'où vient neantmoins que je parcourray un parallele à l'Equateur, en suivant le Rumb de l'Est, ou de l'Oüest ?

Demonſtration. Je ſuppoſe qu'un Navire partant du point A, au quarante-cinquiéme degré de latitude, navige par le Rumb de l'Est, ou de l'Oüest : puiſque le Cercle marqué par cette ligne, fait un angle droit avec le Meridien, il passe par le pole du même Meridien, aussi bien que l'Equateur, (*par la 15 du 1. de Theodoſe.*) Que ce Cercle ſoit AD qui couppe l'Equateur en D, pole du Meridien : donc AD, BD sont des quarts de Cercle. Suppoſons que le Navire ait avancé juſques en E ; je trouve (*par la 18 du 4 de la trigon.*) que l'angle externe DEG, est plus grand que son interne oppoſé, DAG que je ſuppoſe estre droit. Donc celuy qui est au Gouvernail, ayant receu commandement de marcher par le Rumb de l'Est, & de faire toûjours un angle droit avec le Meridien, trouvant qu'il en fait un plus grand, détourne le Navire, & quittant ce premier Cercle, en marque un autre EH, qui couppe l'Equinoctial en H. Le même luy arrive en I, & en K. Donc au lieu de ſuivre le même Cercle AD, qui fait toûjours de plus petits angles avec les Meridiens qu'il rencontre, voulant garder l'egalité des angles, il parcourt le parallele AKL.

C'est la nature de ces lignes Spirales, que je veux expliquer dans les propoſitions ſuivantes, me contentant dans celle-cy de montrer, qu'encore que ſes lignes des Rumbs de la Bousſole, ſi nous les prolongeons par penſée, montrent un grand Cercle de la Sphere, nous le quittons incontinent ; parce que



la même ligne de la Bouſſole eſtant tranſportée, nous montre un autre Cercle, & nous fait quitter le premier.

Coroll. Il ne faut pas s'imaginer que la ligne décrite par le Navire, en ſe ſervant du même Rumb de vent, ſoit un grand Cercle que l'on appelle Cercle de poſition ; car elle décrit une autre eſpece de ligne, que je vay expliquer.

PROPOSITION II.

Le vaiſſeau qui navige Nord & Sud décrit le Meridien.

JE ſuppoſe qu'un Navire ſuive le Rumb Nord & Sud, marqué par la Bouſſole quand elle n'a point de declinaiſon, je dis qu'il décrit le même Meridien, ſans changer de longitude.

Demonſtration. La ligne du Nord & Sud dans la Bouſſole, eſt la commune ſection de l'Horiſon, & du Meridien, & ne ſort point de ſon plan : donc quoy que j'aye avancé ſelon cette ligne, je ne ſors point du même plan de ce Meridien : & la ligne que le Rumb Nord & Sud me marquera, ſera encore une commune ſection du même Meridien avec l'autre Horiſon, & ainſi de ſuite.

PROPOSITION III.

Vn Navire qui eſtant ſous la ligne, ſuit le Rumb de l'Eſt, ou de l'Oüeſt, décrit l'Equateur.

QU'un Navire eſtant ſous la ligne, mette le cap à l'Eſt, ou à l'Oüeſt : je dis qu'il décrit ſur le Globe de la terre, la meſme ligne Equinoctiale.

Demonſtration. La ligne que décrit le Navire, fait angles droits avec tous les Meridiens, l'Equateur en fait de ſemblables ; de ſorte que partant d'un de ces points, le Rumb de l'Eſt ou de l'Oüeſt marque la meſme ſection, de l'Equateur & de l'Horiſon : donc ayant parcouru une partie de cette ligne, je ne ſors point du meſme plan ; & les Rumbs de l'Eſt que la Bouſſole montrera, ſeront toûjours dans le plan de l'Equateur.

PROPOSITION IV.

Vn Navire qui eſtant ſous un parallele, met le cap à l'Eſt, ne ſort pas du meſme parallele.

QU'un Vaiſſeau ſoit ſous un parallele, & qu'il navige portant toûjours le cap à l'Eſt, ou à l'Oüeſt : Je dis qu'il décrira un parallele.

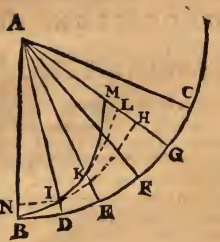
Demonſtration. On ne ſe peut imaginer hors de l'Equateur, aucune autre ligne qui faſſe angles droits avec tous les Meridiens, ſi ce n'eſt un Cercle qui luy ſoit parallele : Or le Vaiſſeau qui porte le cap à l'Eſt ou à l'Oüeſt, fait angles droits avec tous les Meridiens qu'il rencontre : donc il décrit un parallele. Ainſi il ne s'approchera, ny s'éloignera de l'Equateur.

PROPOSITION V.

Le Vaiſſeau qui ſuit le meſme Rumb oblique ; décrit ſur le Globe de la terre, une ligne ſpirale, que nous appellons Loxodromie.

QUe le point A ſoit le pole du monde, BC l'Equateur, AB, AD, AE, AF, AG, AC, les Meridiens, repreſentés par des lignes droites. Suppoſé que ces Meridiens ſoient éloignez l'un de l'autre ſeulement d'une minute ſeconde, & qu'un Vaiſſeau parte du point B, par un Rumb incliné, par exemple de ſoixante degrez, c'eſt à dire que l'angle ABH ſoit de ſoixante degrez : Je dis que ſi ce Vaiſſeau a toûjours ſe cap au meſme Rumb, il ne décrira pas un grand cercle, mais un autre eſpece de ligne.

Demonſtration. Que BH ſoit un grand cercle, c'eſt à dire un vertical qui faſſe l'angle de ſoixante degrez, avec la partie du meſme Meridien, qui va vers le pole ; & que le Navire ſoit porté par ſa circonference, juſques à ce que ce meſme vertical ne faſſe plus le meſme angle avec le ſecond Meridien, de ſorte que la difference en ſoit ſenſible : Suppoſé que le Vaiſſeau parcoure l'arc BI,



du grand cercle BH ; l'angle externe AIH eſtant plus grand, que ſon interne oppoſé ABH, celuy qui eſt au gouvernail détourne le Navire, & quitte ce grand cercle pour en marquer un autre IKL qui faſſe un angle AIL égal à l'angle ABI. Il fera le meſme quand il ſera arrivé en K, & détournera le Navire en KM : donc le Navire ne parcourra pas un grand cercle, mais une autre ligne qui eſtant décrite ſur un Globe, aura une figure ſpirale. Je puis auſſi prouver fort facilement, qu'il ne parcoure pas un grand cercle, parce que quelque grand cercle que ce ſoit, ayant couppé l'Equateur, le couppe encore aprés 180 degrez ; (*par la 11 du 1 livre de Theodoſe.*) Et s'en eſtant écarté pendant 90 degrez, il s'en approche pendant les 90 ſuivans ; ce qu'il ne peut faire qu'en changeant d'angles ; de ſorte qu'au nonantiéme degré il fait angle droit avec le Meridien, comme il ſe voit aiſément ſur le Globe. Mais la ligne que le Navire décrit, ayant une fois couppé l'Equinoctial, s'en écarte toûjours, ſans jamais y revenir.

J'ajoûte qu'encore que cette façon de décrire la ligne Loxodromique, la compoſant d'Arcs de differens cercles, ne ſemble pas Geometrique ; elle eſt neantmoins plus conforme à celle que décrit le Vaiſſeau, que ſi elle eſtoit plus preciſe : parce que celuy qui eſt au Gouvernail, ne peut pas diſtinguer les plus petites differences des angles ; ainſi ayant porté le cap ſur un Rumb, s'il ne s'en écarte que de quelques minutes, il n'y prendra pas garde, & marchera ſur le meſme grand cercle, non ſeulement une minute ſeconde qui ne tient que ſeize pas, mais encore une minute toute entiere, qui porte un mille, & peut eſtre un degré, ſans trouver un changement qui merite qu'on mette la main au Gouvernail.

Coroll. 1. Si le Navire portoit au commencement le cap, au lieu où l'on veut aller, comme ſeroit en H, il n'y arriveroit pas, mais s'écarteroit davantage de l'Equateur.

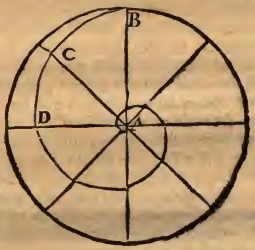
Cor. 2. La ligne Loxodromique n'eſt pas le chemin le plus court qu'on peut tenir ; car le chemin le plus court d'un lieu à l'autre ſur la terre, eſt l'arc d'un grand cercle.

PROPOSITION VI.

Aucune Loxodromie n'aboutit au pole.

QU'un Navire parte du point B de l'Equinoctial, & qu'il porte toûjours le cap au meſme Rumb incliné, par exemple à l'Eſt Nord-eſt; je dis qu'il n'arrivera jamais au pole.

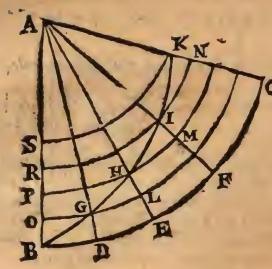
Demonſtration. La ligne que le Navire décrit, fait avec tous les Meridiens qu'elle couppe, l'angle de ſoixante-ſept degrez & demy; c'eſt à dire que les angles ABC, ACD, & les autres ont ce nombre de degrez. donc jamais elle ne convient avec le Meridien, mais fait angle avec luy. Or la ligne qui va au pole eſt le Meridien, ou convient ſenſiblement avec le Meridien: donc parlant Mathematiquement, cette ligne n'aboutira jamais au pole.



PROPOSITION VII.

La ligne Loxodromique eſt couppée en parties égales, par les paralleles qui ſont également éloignez l'un de l'autre.

QUe le point A ſoit le pole de la terre, BC une partie de l'Equateur, AB, AD, AE, AF, AC, les Meridiens fort peu éloignés l'un de l'autre, par exemple châcun d'une minute; & que la ligne BGHIK ſoit la ligne Loxodromique, compoſée d'Arcs de grands cercles, ainſi que j'ay expliqué cy-devant, de ſorte que les Segmens BG, GH, HI, IK ſoient égaux, & que du pole A, on décrive des paralleles par les points G, H, I, K, qui ſeront OGL, PHM, RIN, SK. Je dis que ces paralleles ſont également éloignés entre eux, c'eſt à dire que les Arcs du Meridien BO, OP, PR, RS ſeront égaux.



Demonſtration. Les triangles BGD, HGL, IHM, KIN ſe peuvent prendre pour des triangles rectilignes, puiſque châque côté n'eſtant que d'une minute, ou meſme ſi vous voulez d'une minute ſeconde, il s'écarte inſenſiblement d'une ligne droite. Les angles D, L, M, N ſont droits, puiſque les paralleles ſont angles droits avec les Meridiens. Les angles BGD, GHL, HIM, IKN ſont égaux ſuivant la definition de la Loxodromie, & la façon de Naviger par le meſme Rumb de vent. Nous ſuppoſons auſſi que les Segments BG, GH, HI, IK ſont égaux : donc *(par la 26 du 1 d'Eucl.)* les triangles BGD, GHL, HIM, IKN ſont égaux en tout ſens, & parconſequent les côtés GD, ou BO ; HL, ou OP ; IM, ou PR ; KN, ou RS ſont égaux.

Coroll. 1. En parcourant des parties égales de la Loxodromie BG, GK, la latitude ſe change de meſme façon. Ce qui nous donne une grande facilité à faire la table ; n'eſtant neceſſaire que de reſoudre un triangle pour châque Loxodromie. Car ſçachant combien il y a de milles dans BG, quand je change une minute de latitude qui eſt BO : Je puis ſçavoir combien il y aura de milles dans BK, quand je changeray la latitude, autant que je voudray, l'Arc BS, eſtant égal à tous les côtez GD, HL, IM, KN mis enſemble.

Coroll. 2. Tous les Arcs BD, GL, HM, IN tant de l'Equateur que des paralleles, ſont égaux en nombre de milles ; mais non pas en degrez, & en minutes. Par exemple, ſi BD eſtoit un mille, qui vaudroit une minute, GL ſeroit Auſſi un mille, mais il emporteroit plus d'une minute dans le parallele OGM. Ainſi la ſomme des Arcs des Meridiens qui ſont GD, HL, IM, KN, eſt égale au changement de la latitude : Mais les Arcs BD, GL, HM, IN, mis enſemble, ne donnent pas le changement de la longitude en degrez, & en minutes ; parce que la meſme quantité de milles, ne donne pas le meſme nombre de degrez & de minutes, dans tous les paralleles. C'eſt pourquoy, pour eſtre exact, il faut ſupputer combien une telle quantité de milles, donne de degrez & de minutes dans châque parallele de ceux que l'on parcourt, ce qui rend la ſupputation des tables Loxodromiques fort difficile. Nous tâcherons neantmoins de la rendre la plus aiſée qu'il ſe pourra.

PROPOSITION VIII.

Comme le Sinus total eſt au Sinus du complement de l'angle, que fait la Loxodromie avec le Meridien ; ainſi le nombre des milles, qu'on a parcourus ſur une Loxodromie, eſt au nombre des milles du changement de la latitude.

QU'un Navire parcoure la Loxodromie BK, dans la figure precedante, & qu'on ſçache le nombre des milles qu'on a faits : Je dis que ſi on fait une regle de trois ; Comme le Sinus total, eſt au Sinus de l'angle KBC, complement de ABK, ou BKC ; Ainſi le nombre des milles de BK, au nombre des milles de KC ; on aura le côté KC.

Demonſtration. Dans châque triangle BGD, GHL, IHM, KIN, il y a méme raiſon du Sinus total, au Sinus GBD, complement de GBA, que deBG, à GD ; dans GHL, il y a méme raiſon du Sinus total au Sinus de HGL, complement de AGK, que de GH, à HL : & au ſuivant que de HI, à IM : & à l'autre que de IK, à KN. Donc (*par la 15 du 5 d'Eucl.*) il y a meſme raiſon du Sinus total, au Sinus du complement de l'angle de la Loxodromie, que de BG, GH, HI, IK, ajoûtés enſemble, à DG, LH, MI, NK joints, c'eſt à dire que de BK, à KC. Or parce qu'un mille dans l'Equateur & dans le Meridien, eſt une minute ; on ſçaura encore le nombre des degrez & des minutes.

Coroll. Sçachant par quel Rumb de vent on a navigé, & combien de milles on a fait, on trouvera facilement, combien la latitude aura changé.

PROPOSITION IX.

Comme le Sinus total, eſt à la Secante de l'angle de la Loxodromie, ainſi le changement de la latitude en milles, ou minutes, eſt à la longueur de la Loxodromie en milles.

QUe dans la méme figure, l'angle ABK, par lequel on a navigé ſoit connu, auſſi bien que le changement de la latitude KC, qu'on peut ſçavoir en l'obſervant : Je dis que ſi je faits une regle de trois, ainſi que porte le titre de la propoſition, j'auray la reduction de la Loxodromie, en milles.

Demonſtration. (*Par la raiſon converſe, qui eſt le Coroll. de la 16 du 5 d'Eucli.*) Il y a méme raiſon du Sinus du complement de l'angle de la Loxodromie, au Sinus total ; que du changement de la latitude CK, à la longueurde la Loxodromie BK. Or par la Trigonometrie, le Sinus total eſt moyen proportionnel entre le Sinus du complement, & la Secante de l'angle, c'eſt à dire qu'il y a meſme raiſon du Sinus du complement, au Sinus total, que du Sinus total à la Secante de l'angle : donc il y aura meſme raiſon du Sinus total, à la Secante de l'angle de la Loxodromie, que du changement de la latitude en minutes, à la longueur de la Loxodromie.

Coroll. Par cette ſeule propoſition nous ferons deux colomnes de noſtre

table pour châque Rumb. Premierement je determine la latitude, la faisant croistre également ; je crois que c'est assés de la mettre de dix en dix minutes. Voilà la premiere colomne.

Rumbs.	Milles.
1. 10.	19590 / 100000
2. 10.	82390 / 100000
3. 12.	92690 / 100000
4. 14.	14810 / 100000
5. 17.	59350 / 100000
6. 26.	13120 / 100000
7. 51.	25830 / 100000

Je cherche ensuite à châque Rumb, combien emporte de milles le Segment de la Loxodromie. Faisant ma regle de trois, pour le premier quart de Rumb, qui incline de *11* degrez, & un quart ; je trouve pour *10* minut. en latitude, milles 10 $\frac{19590}{100000}$ Ainsi ajoûtant toûjours le mesme nombre, j'acheve la seconde colomne de ce Rumb. Pour le second Rumb, je prends la Secante de *22* degrez & demy, qui est 108239. & la multipliant par 10. & retranchant 5 figures, je trouve pour le second Rumb 10 milles $\frac{82390}{100000}$ lequel nombre estant ajoûté continuellement, me donne la seconde colomne de ce second Rumb. Pour le troisiéme, il faut prendre la Secante de *33.* 45. pour le quatriéme celle de 45. pour le cinquiéme celle de *56.* 15. pour le sixiéme 67.30. pour le septiéme 78. 45. Ainsi j'auray les milles qui répondent à châque Rumb pour 10 minutes, & les ajoûtant toûjours, j'acheveray leur colomne des milles.

PROPOSITION X.

Le changement de la latitude estant donné avec le chemin qu'on a fait, trouver le rumb qu'on a tenu, ou qu'on doit tenir.

QUoy que cette Proposition ne soit pas necessaire, pour faire la Table, elle est souvent tres-utile, pour sçavoir si le Navire a tenu le rumb de vent, que la Bousole a marqué ; ou pour determiner quelle route l'on doit tenir, pour aller d'un lieu à un autre, quand on sçait leur latitude, & leur distance. Je suppose donc qu'un Navire part du quarantiéme parallele, & va au trentiéme, & que l'espace d'un lieu à l'autre, est 680 milles, c'est à dire que dans la mesme figure, CK est de dix degrez, ou de six cens minutes, ou milles ; BK, de 680 milles : & ainsi dans le Triangle KBC. Je dois faire comme BK, 680. à KC 600 : ainsi le Sinus total, au Sinus de l'Angle KBC, complement de l'Angle de l'inclination. Ajoûtez donc le Logarithme de six cens, à celuy du Sinus total, & soustrayez le Logarithme de 680, il restera le logarithme du Sinus du complement de l'inclination.

600 *Logar.*

600. *Logarith.*	1.	7781512
Sinus total Logar.	10	0000000
Somme,	12.	7781512
680 *Logar. à soustraire:*	2.	8325089
Logar du Sinus	9.	9456423

de 61. 56. complement de l'Angle de Inclination 28 degrez. 4. minutes qui est entre le second rumb, qui est $22\frac{1}{2}$, *& le troisiéme qui est* $33\frac{1}{4}$

PROPOSITION XI.

L'Angle du rumb estant connû, & la longueur de la loxodromie, ou du chemin qu'on a fait, trouver la somme de tous les arcs des paralleles, ou le costé mecodynamique, c'est à dire les milles d'Est, & Oüest.

NOus aurons plus de peine à trouver le changement de la longitude, qui répond à chaque changement de la latitude, parce que nous sommes obligez de partager nostre loxodromie, en petites parties, qui ne different pas sensiblement d'une ligne droite : autrement nous ne pouvons plus la mesurer par la Trigonometrie. La partageant en petites parties, nous formons autant de petits Triangles. par exemple dans la mesme figure, ayant partagé la loxodromie BK en quatre, je forme quatre petits Triangles, dans lesquels la Trigonometrie ne me donne que la valeur des costez BD, GL, HM, IN en milles. Mais quoyque ces côtez BD, GL, HM, IN soient égaux en milles, ils ne le sont pas en degrez, & en minutes. Nous pouvons bien du premier coup trouver la somme de tous ces côtés, & c'est cette somme que nous

R

appellons côté Mecodynamique, parce que nous pouvons par son moyen trouver le changement de la longitude. Faites donc ; comme le Sinus total, au Sinus de l'inclination de la Loxodromie ; ainsi la longueur de la Loxodromie en milles, à la somme des côtés BD, GL, HM, IN, c'est à dire aux milles d'Est & Oüest. Par exemple, j'ay fait 998 milles dans le troisiéme Rumb, qui a pour angle d'inclination 33. 45. & je veux sçavoir combien j'ay changé de longitude. Je fais une regle de trois, mettant pour premier nombre le Sinus total : pour second le Sinus de l'inclination de 33 degrez 45 minutes, qui est 55517, & pour troisiéme nombre 998 milles. Je multiplie les deux derniers nombres par ensemble, & je trouve 55445886 : puis retranchant les cinq dernieres figures pour diviser par le Sinus total, j'ay $554\frac{45886}{100000}$ pour la somme de tous les côtés BD, GL, HM, IN, c'est à dire pou. les milles d'Est, & Oüest. Mais pour les reduire il faut remarquer que si j'ay navigé proche de l'Equateur, ils emporteront moins de degrez, que si ma navigation eust esté plus loing de l'Equateur. Supposons que j'ay navigé depuis le 20 parallele, jusques au 27 & 40 minutes : pour aller juste, il faudroit partager la Loxodromie en beaucoup de petites parties, & former des triangles si petits, que leur côtés se pussent prendre pour des lignes droites. Voulant donc faire une table de dix en dix minutes : dans vingt-sept degrez, & quarante minutes, dix minutes s'y trouvent quarante-six fois : il faut donc diviser 554 milles par 46, & nous aurons 12 milles & $\frac{1}{23}$ de mille pour chacun. Il reste à chercher combien de minutes fera chaque mille en chaque parallele : pour cela nous avons besoin de sçavoir, combien tant de milles emportent de degrez en chaque parallele, autrement nous ne sçaurions venir à bout de nostre table.

PROPOSITION XII.

Sçachant le changement de la latitude, & l'angle du Rumb, connoitre le côté Mecodynamique.

DAns la mesme figure, faites comme le Sinus total à la tangente du Rumb, ainsi le changement de la latitude en milles, au côté Mecodynamique, ou milles d'Est & Oüest,

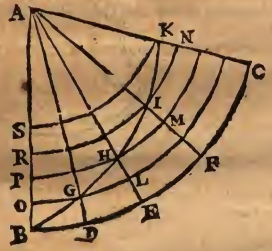
Demonstration. Dans les triangles BGD, GHL, HIM, IKN, il y a même raison de GD à BD ; de HL à GL ; de IM à MH ; de KN à NI ; que du Sinus total à la tangente de l'angle BGD : Donc tous les côtés ensemble auront mesme raison que le Sinus total à la tangente de l'angle du Rumb. Ainsi nous aurons le côté Mecodynamique par le changement de la latitude, & par l'angle du Rumb.

PROPOSITION XIII.

Le changement de la latitude eſtant donné, & le chemin qu'on a fait, trouver le côté Mecodynamique.

JE ſuppoſe dans la meſme figure qu'on connoiſſe le changement de la latitude, qui ſera KC, & la longueur de la Loxodromie BK, il faut ſouſtraire le quarré de la latitude KC, reduite en milles, du quarré de la Loxodromie BK, & vous aurez le quarré du côté Mecodynamique, & tirant la racine quarrée vous aurez le côté.

Demonſtration. Dans tous les petits triangles BGD, GHL &c. les quarrez BG, GH, ſont égaux aux quarrés GD, BD; HL, GL &c. Or toute la ligne BK, a la meſme raiſon à la toute KC, & à la ſomme des côtés BD, GL, HM, IN mis enſemble, qui eſt le côté Mecodynamique; que BG, à GD, & à BD: donc le quarré de BK eſt égal au quarré de CK, & à celuy qu'auroient tous les côtez BD, GL, HM, IN, s'ils ne compoſoient qu'une ſeule ligne.



Pour la pratique, il faut ſouſtraire le double logarithme de KC, du double logarithme de BK; reſtera le double logarithme du côté Mecodynamique.

La plus grande difficulté, eſt de trouver le changement de la longitude, le coſté mecodynamique eſtant donné; c'eſt à dire les milles d'Eſt & d'Oüeſt.

PROPOSITION XIV.

Comme le Sinus total eſt au Sinus du complement de la latitude ; de meſme eſt le nombre des milles d'un Arc de l'Equateur, au nombre des milles d'un Arc ſemblable pris dans le parallele de cette latitude.

QUe le point A ſoit le pole, le parallele BXC ; l'Equateur DLE ; que BI ſoit le Sinus de l'Arc AB, complement de la latitude DB, & tirant les Meridiens ABD, AXL. que les Arcs BX, LD ſoient ſemblables, c'eſt à dire qu'ils contiennent autant degrez, ou de minutes l'un que l'autre ; je dis qu'il y a meſme raiſon de DO, demidiametre de la Sphere à BI, que de l'arc LD, en milles, à XB pris pareillement en milles.

Demonſtration. Les circonferences des Cercles, & leurs arcs ſemblables ont meſme raiſon que leur Demidiametre ; (ainſi que nous avons prouvé dans la Geometrie.) Or BI eſt le demidiametre du parallele BXC, & DO celuy de l'Equateur, & par conſequent celuy de la Sphere, ou le Sinus total. Donc il y a meſme raiſon du Sinus total, au Sinus du complement de la latitude d'un parallele, que d'un arc de l'Equateur, à un arc ſemblable de ce parallele.

Coroll. 1. ne faiſant que renverſer la proportion : *Il y a meſme raiſon du Sinus du complement de la latitude, au Sinus total ; que d'un arc du parallele, à un arc ſemblable de l'Equateur.*

Coroll. 2. Parce que le Sinus eſt moyen proportionel entre le Sinus du complement, & la Secante de l'Arc, c'eſt à dire qu'il y a meſme raiſon du Sinus du complement de la latitude au Sinus total, que du Sinus total, à la Secante de la latitude.

Il y aura auſſi meſme raiſon du Sinus total, à la Secante de la Latitude, que d'un Arc du parallele à l'Arc ſemblable de l'Equateur.

PROPOSITION XV.

Le Sinus du complement de la latitude de chaque parallele diviſé par le Sinus total, donne la reduction d'une minute de ce parallele en milles.

JE ſuppoſe qu'on veüille ſçavoir combien une minute de degré dans un parallele vaut de milles : Je dis que ſi vous diviſés le Sinus du complement de la latitude, par le Sinus total ; vous aurés ce que vous deſirez. Par exemple, qu'on propoſe le parallele cinquante-deuxiéme, & vingt minutes. Le Sinus de ſon complement eſt 61377 : diviſez le par le Sinus total, vous aurez $\frac{61377}{100000}$ d'un mille, pour la grandeur d'une minute de ce parallele.

Demonſtration. Il y a meſme raiſon du Sinus total, au Sinus du complement de ce parallele, que d'une minute de l'Equinoctial, qui eſt un mille, à la grandeur d'une minute de ce parallele. Donc multipliant ce Sinus de complement par un, laquelle multiplication ne change rien, & diviſant la ſomme par le Sinus total, vous aurés ce que vous demandez.

Coroll. 1. Si vous ajoûtez un zero au Sinus du complement de ce parallele, & que vous diviſiés ce produit par le Sinus total, vous aurés la reduction de dix minutes. Comme par exemple dans le parallele 52. & 20 minutes $\frac{613770}{100000}$ qui ſont ſix milles & $\frac{13770}{10000}$ qui ſont la longueur de dix min de ce parallele. La raiſon eſt la meſme, ſuppoſant toûjours qu'un mille eſt une minute de l'Equinoctial, & dix milles dix minutes.

Coroll. 2. Vous voyez que par la ſeule addition, vous pouvez faire une table qui donne combien chaque degré, & chaque minute de degré d'un parallele, quel qu'il ſoit, valent de milles, cette table eſt à la fin du Livre.

PROPOSITION XVI.

Comme le Sinus total eſt à la Secante de la latitude d'un parallele, ainſi quelque nombre de milles que ce ſoit, au nombre des minutes dans le meſme parallele.

CEtte propoſition me ſemble plus utile que la precedente, car elle eſt pour ſçavoir combien un certain nombre de milles, emporte de minutes, ou de degrez dans chaque parallele. Je dis donc que ſi l'on fait une regle de trois, dans laquelle le premier nombre ſoit le Sinus total, le ſecond la ſecante de la latitude de ce parallele, le troiſiéme quelque nombre de milles que ce ſoit ; le quatriéme ſera les minutes de ce meſme parallele qui leur répondent.

Demonſtration. Nous avons veu ſur la fin de la douziéme propoſition, qu'il y avoit meſme raiſon du Sinus total, à la ſecante de la latitude d'un parallele, que d'un arc d'un parallele pris en quelque meſure que ce ſoit, par exemple en milles, au nombre des milles d'un Arc ſemblable de l'Equateur. Or les mil-

les dans l'Equateur sont des minutes: donc ayant le nombre des minutes qu'un Arc semblable dans l'Equateur contient, nous aurons le nombre des milles.

Nous pouvons ainsi facilement faire une table, qui sera fort utile, & qui nous donnera combien quelque nombre que ce soit contient de min. dans chaque parallele. J'en parleray encore cy-aprés, & elle se trouve a la fin du livre.

PROPOSITION XVII.

Reduire les milles d'Est & Oueſt en degrez de longitude.

CEtte seule proposition acheve la colomne du changement de la longitude. Estant parti de l'Equinoctial pour aller vers les poles ; je veux sçavoir combien on a changé de longitude, à chaque parallele de dix en dix minutes, à compter toûjours du point d'où on est parti.

Je suppose autant de petits triangles que dix minutes se trouvent de fois ; & je partage le côté mecodynamique en autant de parties égales. Par exemple ayant navigé par le troisiéme Rumb, & ayant changé la latitude de six degrez, je trouve par les propositions precedentes 240 $\frac{1}{2}$ milles, d'Est & Oüest. Les partageant en 36 triangles, je trouve pour chacun 6. $\frac{6817}{10000}$ J'ajoûte ensemble le Sinus total, & les secantes des 35 paralleles, c'est à dire de dix minutes, 20 30. 40. 50. d'un degré, un degré dix minutes &c. & je multiplie cette somme par 6. $\frac{6817}{10000}$ & du produit je retranche autant de figures que le Sinus total a de 0 : le reste sera le changement de la longitude en minutes.

Demonstration. Les milles d'Est, & Oüest ayant esté partagez en 36 triangles, nous avons le côté de la longitude de chacun en milles, qui est 6. $\frac{6817}{10000}$ or par la precedente nous avons veu qu'en chaque parallele, si nous faisions, comme le Sinus total, la à secante de ce parallele ; ainsi un nombre de milles quel qu'il soit, comme celuy de 6 milles, à un autre, le produit sera le nombre des minutes en chaque parallele. Donc il y aura aussi mesme raison du Sinus total, à la somme de toutes ces secantes, que de ce nombre de milles qui est 6. à la somme de toutes les minutes.

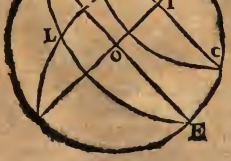
Coroll. 1. Vous pouvez encore avoir d'autres analogies ; par exemple, il y aura mesme raison du Sinus total, pris autant de fois qu'il y a de secantes, à la somme des secantes, que de ce nombre de 6 milles pris autant de fois qu'il y a de triangles, c'est à dire que de la somme des milles d'Est, & Oüest, à la somme de toutes les minutes. La demonstration est evidente, car s'il y a mesme raison du Sinus total A, à une secante B que du nombre 6 qui est C, au nombre des minutes D dans un triangle & dans l'autre ; il y a mesme raison du Sinus total A, à l'autre secante E, que du nombre 6 C, au nombre de minutes F. Parce que *(par la 24 du 5. d'Encl.)* la premiere à B, ayant mesme raison à A, que la troisiéme D, la quatriéme C : & la cinquiéme E ayant mesme raison à la seconde A, que la sixiéme F à la quatriéme C. La premiere B & la cinquiéme E, auront mesme raison à la seconde A, que la 3 D, & la 6 F, à la quatriéme C. Donc B & E, à A,

auront meſme raiſon que D & F à C : & en contreſchange A, à B & E, auront meſme raiſon que C à D & F. Ce que j'ay voulu demonſtrer, parce que quelqu'un m'avoit averti que la façon de faire la table que j'avois propoſée dans mon traité de navigation en latin, avoit quelque defaut ; mais l'ayant repaſſée je trouve qu'elle eſt fort bonne. Il faut qu'il n'ait pas fait reflexion que je repete dans le premier terme autant de fois le Sinus total, qu'il y a de Secantes.

Coroll. 2. J'ajoûte encore, que ſi on fait une ſomme des Sinus des complemens, des latitudes de tous les trente-cinq paralleles, y ajoûtant le Sinus total, & que pour ſecond terme on prenne trente-ſix fois le Sinus total, pour troiſiéme le côté mecodynamique ; le quatriéme terme ſera le changement de longitude.

Demonſtration. Il y a meſme raiſon du Sinus du complement, au Sinus total, que du Sinus total à la Secante : Or comme le Sinus total à la Secante, ainſi le nombre des milles, par exemple de ſix, au nombre des minutes de ce parallele. Donc dans châque parallele il y aura meſme raiſon du Sinus du complement de ſa latitude, au Sinus total ; que du nombre des milles, au nombre des minutes. Et en ramaſſant tous les termes enſemble, comme dans le premier Coroll. Il y aura meſme raiſon de la ſomme des Sinus du complement, au Sinus total pris autant de fois, que du côté mecodynamique, à la ſomme des minutes de tous les paralleles.

Puis donc, que je veux marquer la longitude de dix en dix minutes : Je ſuppute pour châque Rumb, combien le changement de dix minutes en latitude, donne de longitude en milles : l'Analogie eſt la propoſition douziéme. Comme le Sinus total eſt à la tangente du rumb BGD : ainſi GD de dix minutes ou milles, à BD en milles, & dans l'Equateur en minutes. C'eſt à dire, ajoûtés un o à la tangente de l'angle du rumb, ce qui eſt la multiplier par dix, & effacés autant de caracteres que le Sinus total contient de o, vous aurez ce que vous demandés. Par exemple dans le premier Rumb, la tangente de 11 degrez, & 15 min. eſt 19891 ; ajoûtant o, elle fait 198910 : le Sinus total eſtant 100000, effacés cinq chiffres, & vous aurez 1. $\frac{9891}{10000}$ & ainſi de tous les autres, comme vous



voyez dans cette petite table.

Rumb.	Changement de Longitude. Milles.	
1.	1.	$\frac{9891}{10000}$
2.	4.	$\frac{1421}{10000}$
3.	6.	$\frac{6718}{10000}$
4.	10.	
5.	14.	$\frac{9661}{10000}$
6.	24.	$\frac{1421}{10000}$
7.	50.	$\frac{2734}{10000}$

Il faut en suite voir combien cela fait en chaque Parallele, aumoins à tous les degrez entiers. Par exemple au premier Rumb, dans le parallele de 20. degrez, prenez sa secante 186417. multipliez-la par $\frac{9891}{10000}$ & du produit retranchés 5 chiffres, vous trouverez 2 minutes & $\frac{11674}{100000}$ que vous pourrez reduire en secondes. Ayant fait cela pour tous les degrez entiers, vous pouvez prendre les minutes d'entredeux par les parties proportionelles: & les ajoûter toûjours ensemble dans la Table, en commenceant à l'Equateur. Snellius a fait une Table où il ajoûte ensemble toutes les secantes, depuis le commencement: c'est à dire que la premiere ligne a le Sinus total: la seconde le sinus total, & la secante d'une minute: la 3. le sinus total, la secante d'une, & celle de 2 minutes; & ainsi de suite Je n'ay pas voulu mettre une si grande Table, me contentant de la faire de dix en dix minutes. Si on considere de bien prés cette Table, elle donne en nombres, & demonstre l'usage de la Carte reduite, dans laquelle on fait les degrez des Meridiens égaux aux secantes. Or cette façon de Carte est fort precise, quoy qu'en ayent voulu dire quelques-uns qui n'ayant pas assez de Geometrie pour concevoir les demonstrations de Snellius, & pour en tirer quelques-unes, qui sont neceſſaires pour l'éclaircissement de cette matiere, ont creu que cette Carte n'étoit pas exacte, sans autre preuve, que parce qu'elle ne revenoit pas precisément à leurs pratiques, lesquelles non seulement ils n'ont pas demonstrées, mais que je demonstreray cy-aprés estre fausses, comme celle qui reduit les milles d'Est, & Oüest aux degrez de Longitude par une moyenne parallele Arithmetique.

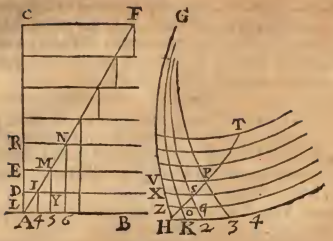
PROPOSITION XVIII.

La Carte reduite, dans laquelle il y a même raison de dix minutes du parallele, aux dix minutes suivantes du Meridien tirant vers les poles, que du Sinus total, à la secante de la Latitude de ce parallele, doit avoir tous les Rumbs tirez en lignes droites, & se trouve exacte.

JE ne sçaurois mieux expliquer la nature de cette Table, que je nomme des Latitudes croissantes qu'en la representant comme estenduë Geometriquement, puisque je puis tirer quantité d'usages de cette consideration, & les mêmes avantages, que si j'avois une tres-grande Carte. Je veux donc demonstrer la bonté de cette Carte, qui reduit tellement le Globe en plan, qu'on peut prendre tous les triangles Spheriques

Spheriques pour des triangles rectilignes, & meſme rectangles. Snellius ne s'eſt pas expliqué clairement, de ſorte qu'on a de la peine à comprendre ſes pratiques. Or comme l'on ne doit pas rapporter les inventions des autres, ſans y ajoûter quelque choſe du ſien, autrement on ne ſeroit que copiſte; j'ay bien voulu reduire les pratiques qu'il donne dans ſa Table, à cette Carte, parce que ce rapport rendra fort ſenſible, cette matiere, & nous donnera meſme quelques uſages auſquels il n'avoit pas penſé. Snellius donc a ſuppoſé qu'une minute ſur le grand Globe de la terre pouvoit eſtre priſe pour une ligne droite: pour moy je ne ſeray pas ſi precis; & je prendray dix minutes, reduiſant ainſi tout le Globe, en petits triangles qui ont un coſté de 10 minutes. Les Aſtronomes pratiquent le meſme dans leurs ſupputations, & ne font pas difficulté, ayant trouvé l'angle parallactique, de reduire la parallaxe en hauteur, à celle de la longitude, ou de la Latitude, par le moyen d'un triangle rectiligne, quoy que ce ſoit un triangle Spherique & ils n'apprehendent pas de ſe tromper, d'une ſeconde, ou peut-eſtre meſme d'une tierce.

Je ſuppoſe donc une Carte qui ait les Meridiens paralleles, & tirez de 10 en 10 minutes: Que la diſtance du parallele de 10 minutes à l'Equateur, ſoit égale à 10 minutes de l'Equateur: Que la diſtance du parallele de 10 minutes à celuy de 20, ait meſme raiſon à 10 minutes de l'Equateur, que la ſecante de dix minutes au Sinus total. Et comme les Meridiens ſont paralleles, il y aura auſſi meſme raiſon de dix minutes de ce premier parallele, à l'Arc du Meridien qui luy eſt voiſin, que du Sinus total à la ſecante de 10 minutes, puiſque 10 minutes tant de l'Equateur, que de tous les paralleles, ſont marquées par des lignes égales dans cette Carte. Pareillement, qu'il y ait meſme raiſon de 10 minutes de l'Equateur ou 10 minutes du parallele de 20 minutes, aux dix minutes ſuivantes du Meridien allant vers les poles; c'eſt à dire juſques au parallele de 30; que du Sinus total à la ſecante de 20 minutes. Ainſi de ſuite on mettra dans le Meridien bout à bout, allant vers les poles, les ſecantes de tous les paralleles, & on tirera par le commencement de chacune le parallele qui luy répond; de ſorte que chaque parallele aura la ſecante de ſa latitude, audeſſus de ſoy, dans le ſegment du Meridien qui le touche, & qui va vers les poles. On voit bien que la Table fait la meſme choſe, & met bout à bout les ſecantes, de la latitude des paralleles, comptant toûjours depuis l'Equateur. Or je dis que cette Carte eſt juſte, & que tirant une ligne de Rumb, qui faſſe l'angle propre du meſme Rumb, avec le Meridien, elle couppera chaque parallele dans le meſme poinct proportionnellement, qu'un ſemblable Rumb, tiré ſur la terre couppe les paralleles de la terre. Suppoſons que l'Equateur de la Carte ſoit AB, & le Meridien AC, dans lequel on a tiré les paralleles de 10 en 10 minutes ſelon la proportion des ſecantes; que AL ſoit dix minutes dans l'Equateur, & que AD luy ſoit égale; qu'il y ait auſſi meſme proportion de dix minutes du parallele DY qui ſont égales à AL, à DE, que du Sinus total, à la ſecante de dix minutes; & qu'on tire la ligne AF, qui faſſe avec le Meridien AC, par exemple l'angle du ſecond Rumb: & que ſur la terre, G eſtant le pole, HK l'Equinoctial, on tire auſſi les paralleles de dix en dix minutes, & le Rumb HT qui faſſe avec tous les Meridiens l'angle de 22 degrez & demy. Je dois demonſtrer que la ligne AF, couppe dans les paralleles DI, EM, RN, le meſme nombre de degrez & de minutes à compter du meridien AC, que le Rumb HT en couppe dans les paralleles HK, HV.



Demonſtration. Les triangles OHK; AI4 ayant les angles 4 & K droits, & les angles AI 4, HOK, égaux à celuy du ſecond Rumb, & par conſequent égaux entr'eux; & le triangle Spherique HOK, eſtant ſi petit qu'il peut eſtre pris pour rectiligne, ils ſeront proportionaux. Donc il y aura meſme raiſon de HK, à K ſur le Globe, que de A4, à 4 ſur la Carte. Et parce que nous avons fait 4 ou AD égaleà 10 minutes de l'Equinoctial de la Carte, il y aura meſme raiſon de A4, à dix minutes de l'Equateur dans la Carte, que de HK, à K, c'eſt à dire à dix minutes du Meridien ou de l'Equateur ſur la terre; donc A4 prend autant de minutes dans la Carte, que HK ſur le Globe de la terre. Je prouveray enſuite que les triangles IYM, OQS ſont équiangles. Il y aura donc meſme raiſon de IY ou 45. à YM, que de OQ à QS, ou à 10 minutes du Meridien, ou de l'Equateur. Or comme dix minutes de l'Equateur à dix minutes du parallele OQ; ainſi le Sinus total, au Sinus du complement de la latitude de ce parallele; & par la Trigon. Ainſi la ſecante de la latitude qui eſt de 10 minutes, au Sinus total, c'eſt à dire par la conſtruction de la Carte, ainſi MY, à 10 minutes de l'Equateur. Nous avons donc 6 grandeurs en égalité de raiſon ordonnée. Sur le Globe l'Arc OQ; l'Arc QS, ou dix minutes du Meridien ou de l'Equateur, & dix minutes du parallele: ſur la Carte, la ligne 4, 5. la ligne YM, & dix minutes de l'Equateur. Donc par l'égalité de raiſon ordonnée, il y aura meſme raiſon de l'Arc OQ, à dix minutes du meſme parallele que de la ligne 4, 5, ſur la Carte, à dix minutes de l'Equateur ſur la meſme Carte. Par conſequent l'Arc OQ ſur le Globe, & l'Arc 4, 5. ſur la Carte contiennent meſme nombre de minutes. Or tant les Arcs 4, 5. & IY, que les Arcs DI, A4. compris entre le Meridien contiennent le meſme nombre de minutes. Comme auſſi ſur le Globe les Arcs ZO, HK. Donc l'Arc DY ſur la Carte, & l'Arc ZQ ſur le Globe contiennent le meſme nombre de minutes. Ce que j'ay prouvé d'un parallele, je le puis preuver de tous les autres, donc la ligne AF, couppe les paralleles de la Carte, de meſme façon que le Rumb HT couppe les paralleles ſur le Globe. Ainſi la Carte eſt juſte, & demonſtrée: d'où je conclus que ſi elle ne s'accorde pas preciſément avec la pratique de la moyenne parallele, c'eſt que cette pratique n'eſt pas exacte, & ne peut ſervir que quand les courſes ſont fort courtes, comme je demonſtreray cy-aprés.

PROPOSITION XIX.

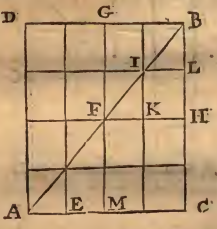
Resoudre tous les Problemes nautiques par la Table des latitudes croissantes.

IL ne me sera pas difficile de soudre tous les Problemes necessaires pour la conduite d'un Vaisseau, par la Table des latitudes croissantes, avec celle des Sinus: Monstrant que nous avons les mesmes avantages par cette Table, que si nous nous servions d'une tres-grande Carte reduite, qui fit dix minutes si grandes qu'on les peust diviser en 10000. parties.

PROBLEME I.

La quantité du chemin estant donnée, & la latitude des deux termes, trouver le changement de la longitude, & le Rumb.

JE suppose premierement qu'un Vaisseau parte du poinct A de l'Equateur, & arrive au neuviéme parallele par AB, faisant 648 milles: on demande par quel Rumb il a navigé, & le changement de la longitude. La proposition dixiéme donnera le Rumb: si vous faites comme AB 648 milles à CD 540 milles que contiennent 9 degrez, reduits en minutes, ou milles; Ainsi le sinus total, au Sinus du complement de l'angle du Rumb: vous trouverez que l'angle du Rumb sera 33. 45, c'est à dire le troisiéme Rumb.



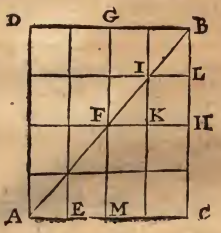
Pour le changement de la longitude, prenez BC dans la Table des latitudes croissantes, c'est à dire le nombre qui répond à 9 degrez. Ayant trouvé 54. 2227, faites une regle de trois; comme le Sinus total, à la tangente de l'angle de la loxodromie, ainsi CB 54. 2227, à un quatriéme, & vous aurez 362300: c'est à dire que AC, est de 362 milles & $\frac{1}{10}$ de milles. Or nous avons fait valoir dix minutes 10000 dans nostre Table, ou Carte: donc vous avez 362 minutes: & les divisant par 60, vous aurez 6 degrez 2 minutes, & 18 secondes, pour changement de la longitude. Si on descendoit venant du 9 degré jusques à l'Equateur; vous ferez la mesme chose.

Supposons en second lieu que partant du troisiéme degré de la latitude qui est F, au neuviéme qui est B, je fasse 432 milles; on demande l'angle du Rumb, & le changement de la longitude. Pour l'angle, il est facile par la 10. Si je faits, comme FB de 432 milles à HB de six degrez, ou de trois cens soixante minutes ou milles, ainsi le Sinus total, je trouve trente-trois degrez quarante-cinq minutes, ou le troisiéme Rumb. Pour le changement de longitude, il faut oster CH, 18. 0141. (qui est le nombre de la table qui répond à trois degrez pour la raison que j'ay dite cy-dessus) de 54. 2227. reste pour HB 36. 2086. Pour soudre le triangle HBF, & trouver la ligne FH; dites, comme le Sinus total est à la tangente de l'angle FBH, de 33. 45. Ainsi HB de 36. 2086, est à FB de 241. 935. Or MC est égale à FH. Nous avons donc dans l'Equinoctial deux cens quarante & une minutes, qui font quatre degrez, & prés de deux minutes.

PROBLEME II.

Le changement de la longitude, & de la latitude, estant donné, trouver le Rumb & la quantité du chemin.

CE Probleme est necessaire quand on part, car sçachant la longitude & la latitude des deux termes, on trouve le Rumb qu'on doit tenir, & la quantité du chemin qu'on doit faire.



Je suppose donc qu'un Navire parte du point A de l'Equateur, & du premier Meridien; & que le lieu où il va, soit du côté de l'Orient, & ait six degrez deux minutes de longitude, & neuf degrez de latitude Nord. Donc AC difference des longitudes, sera de six degrez & deux minutes: c'est à dire de 362000. Prenez BC dans la table des latitudes croissantes, qui sera le nombre qui répond à huit degrez cinquante minutes, 54. 227. Faites une regle de trois; comme BC, à AC, ainsi le Sinus total à la tangente de l'angle ABC, & vous trouverez 33. 45 minutes, ou le troisiéme Rumb.

Mais pous avoir le chemin AC faites (*par la proposition 9.*) Comme le Sinus total à la Secante de l'angle du Rumb 33. 45. Ainsi BC prise simplement en mil-

les, ou minutes ; c'eſt à dire 540 milles ou 9 degrez ; à AB : & vous trouverez 648 milles.

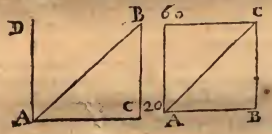
Que ſi vous partez du point F du troiſiéme parallele, pour aller en B qui eſt au neuviéme, & que la difference de la longitude ſoit de quatre degrez deux minutes, c'eſt à dire que la ligne FH ou MC, ſoit de 242 minutes ou 242000. Pour chercher l'angle du Rumb, il faut avoir la ligne HB, la cherchant dans la Table des latitudes croiſſantes : oſtant le nombre qui répond à trois degrez, du nombre qui répond à neuf degrez ; vous aurez HB 36. 2086. avec ces deux lignes FH, HB, toutes deux ſelon les nombres propres de cette Carte. Faites une regle de trois ; comme BH, 36. 2086, à HF 242000 Ainſi le Sinus total à la tangente de l'angle FBH, que vous trouverez de 33. 45. qui eſt le troiſiéme Rumb.

Pour le chemin, ſervez-vous de BH, mais priſe ſimplement en minutes. Or HB eſt de ſix degrez ou 360 minutes. Faites donc une regle de trois, comme le Sinus total eſt à la ſecante de l'angle du Rumb, qui eſt 33. 45. ainſi HB de 36000, à FB de 432 milles.

PROBLEME III.

La quantité du chemin eſtant donnée, & l'angle de la Loxodromie, trouver le changement de la Latitude.

SUppoſons que le chemin AB eſt de 150 milles : les Meridiens, AD, BC : la difference des latitudes BC : l'angle de l'inclination DAB eſt de cinquante-ſix degrez 15 minutes, qui eſt le cinquiéme Rumb, ſi je monte vers les Poles, c'eſt à dire au Nord-eſt quart de l'Eſt, ou Nord-oüeſt quart de l'Oüeſt.



Que ſi je décends vers l'Equateur, ce ſera ou Sud-eſt, quart de l'Eſt, ou Sud-oüeſt quart de l'Oüeſt. Pour trouver le changement de la latitude : Faites par la propoſition 8. comme le Sinus total au Sinus de l'angle BAC, 33. 45 complement de 56. 15. ainſi 150 milles, à un quatriéme nombre : vous aurez 111114, qui ſont 111 milles $\frac{114}{1000}$ ou 111 minutes ; c'eſt à dire un degré cinquante & une minutes, & 6 ſecondes pour le côté EC, qui eſt le changement de la latitude.

PROBLEME IV.

La difference de la latitude, & le Rumb eſtant donné, trouver le chemin qu'on a fait.

ON ſuppoſe qu'un Navire eſtant en A, & ayant par exemple trente degrez de latitude, navige par le cinquiéme Rumb, c'eſt à dire que l'angle DAB ſoit de cinquante-ſix degrez quinze minutes; & qu'aprés avoir couru quelque temps, il trouve la latitude de trente & un degrez, cinquante & une minutes, ſix ſecondes: ainſi le côté BC ſera d'un degré, cinquante & une minutes, ſix ſecondes. Faites, comme le Sinus total, à la ſecante de 56. 15. ainſi 111. minutes ou milles, à un quatriéme nombre: & vous aurez cent cinquante milles. C'eſt à dire multipliez 111000, ou pour avoir égard aux ſecondes, 111114. milles, par la ſecante de 56. 15. & retranchés du produit les cinq dernieres figures, & vous aurez cent cinquante milles, par la propoſition neuviéme.

PROBLEME V.

La quantité de milles qu'on a faits eſtant donnée, & le changement de la latitude, connoitre l'angle du Rumb.

DAns la même ſuppoſition, que le changement de la latitude, c'eſt à dire BC, ſoit d'un degré cinquante & une minutes, ou cent onze minutes; & AB de cent cinquante milles; on demande l'angle DAB, ou ABC. Multipliés ABC cent onze milles, ou minutes de la latitude, par le Sinus total 10000: & diviſés le produit par AB de cent cinquante milles; le produit ſera le Sinus de l'angle BAC, 33. 45, complement de ABC 56. 15.

PROBLEME VI.

L'angle du Rumb eſtant donné, & la latitude des deux termes; trouver le changement de la longitude, & le chemin.

JE ſuppoſe comme au premier Probleme, qu'un Navire parte du point A de l'Equateur, par le troiſiéme rumb Nordeſt quart de Nord, & qu'il arrive au point B, du parallele 9. Je demande le changement de la longitude. Prenez dans la table des latitudes croiſſantes le nombre 54. 2227 qui répond à 9 degrez. Faites une regle de trois; comme le Sinus total à la tangente de l'angle ABC, de la troiſiéme Loxodromie, qui eſt trente-trois degrez quarante-cinq minutes: ainſi 54. 2227, à un quatriéme nombre. C'eſt à dire multipliés 54. 2227 par 6618, & retranchez quatre figures du produit, pour le diviſer

par le Sinus total 10000, le reste qui sera 362300 sera AC, le changement, qui sont trois cens soixante & deux minutes & $\frac{300}{1000}$ ou $\frac{3}{10}$ de minutes, c'est à dire six degrez deux minutes & dix-huit secondes Si on veut le chemin AB, il n'est pas besoin de se servir des nombres de la table, mais dire simplement, comme le Sinus, à la secante de l'angle de trente-trois degrez, quarante-cinq minutes; ainsi CB de neuf degrez, cinq cens quarante minutes, ou milles, à AB de six cens quarante-huit milles.

Secondement, supposons qu'un Navire parte du point F, du troisiéme parallele, & coure par le troisiéme Rumb, jusques au parallele neuviéme. Ostés CH 18. 0141. nombre qui répond à trois degrez dans la table des latitudes croissantes de 54. 2227. qui répond à neuf degrez; & vous aurez BH de 36. 2086. Faites une regle de trois, multipliant 36. 2086 par la tangente de l'angle ABC, & divisés le produit par le Sinus total; & vous aurez FH, ou MC de 241935, c'est à dire deux cens quarante-deux minutes, qui font quatre degrez deux min. Je suppose qu'en multipliant le nombre des degrez par 60, on les change en minutes, & divisant le nombre des minutes par 60, on en fait des degrez, ce qui se doit entendre des degrez du Meridien, ou de l'Equateur, & non pas des paralleles.

PROBLEME VII.

Ayant conneu l'angle du Rumb, & le changement de la longitude; trouver le changement de la latitude.

SOit donné l'angle du Rumb ABC, de 33. 45. Le changement de longitude AC de six degrez deux minutes & dix-huit secondes; c'est à dire 262. $\frac{300}{1000}$ minutes. Faites une regle de trois, comme la tangente de trente-trois degrez, quarante-cinq minutes, au Sinus total: ainsi AC de 262.300 à BC, que vous trouverez de 54. 227, & la cherchant dans la table des latitudes croissantes, vous trouverez qu'elle convient à neuf degrez.

Il faut agir de mesme façon, si le Navire partoit d'un parallele, comme de F de trois degrez, & que le changement de la longitude fût FH de quatre degrez deux minutes, ou deux cens quarante & une minutes $\frac{935}{1000}$ faites une regle de trois, comme la tangente de trente-trois degrez quarante-cinq min. au Sinus total, ainsi FH ou MC 241935, à HB de 36. 2086; à laquelle ajoûtant CH de 18. 0141. qui répond à trois degrez, vous trouverez 54. 2227, laquelle vous aurez dans la table vis à vis du neuviéme degré.

PROBLEME VIII.

Le changement de la longitude estant donné, la latitude d'un des termes, & le chemin ; trouver le Rumb, & le changement de la latitude.

CE probleme sera plus utile, quand on aura trouvé le secret des longitudes. Snellius le fait passer pour tres-difficile, & neantmoins selon cette methode, & façon d'expliquer par la carte reduite, que je crois m'estre particuliere, il est aisé.

Je suppose qu'un Navire parte de l'Equateur, & qu'il fasse 3200 milles, & change cinquante degrez, dix-neuf minutes de longitude. On demande le changement de latitude, & l'angle du Rumb avec le Meridien. Il faut premierement reduire cinquante degrez en minutes, multipliant, & vous aurez 3000 minutes ; & 19. sont 3019 minutes ou milles. Si ce nombre estoit égal à celuy des milles qu'on a proposé, il faudroit qu'il eust navigé par l'Equateur. Mais l'étenduë du chemin qu'il a parcouru estant plus grande, il faut qu'il ait couru par quelque loxodromie qui aboutisse à un parallele : nous ne pouvons pas le trouver tout d'un coup ; il le faut donc faire par essay. Supposons que ce Navire ait couru par la quatriéme loxodromie. Nous examinerons par la precedente, quelle latitude répond à cet angle de Rumb, & à ce changement de longitude : disant, comme le Sinus total est à la tangente de l'angle BAC de quarante-cinq, complement de l'angle ABC de quarante-cinq, ainsi AC de 3019000, à CB de 3019000. Je cherche 3019000 dans la table des latitudes croissantes, & je trouve que ce nombre répond à quarante-quatre degrez cinquante-deux minutes.

J'examine en suite par le quatriéme probleme ; la difference de latitude quarante-quatre, cinquante-deux estant donnée, & le Rumb de quarante-cinq degrez, quelle est la longueur du chemin ; & je trouve 3468 milles, c'est à dire quatre cens soixante-huit plus qu'il ne faut : ainsi j'ay pris une trop grande latitude, & par consequent l'angle AB trop petit. C'est pourquoy au lieu de quarante-cinq, supposons que l'angle OAB, ou ABC est de soixante-sept degrez, & trente minutes ; faisant les deux regles de trois, comme dessus, je trouve que la latitude à laquelle j'arriveray est de vingt degrez, vingt-sept minutes quarante secondes, & la longueur de la course de 3198. au lieu qu'elle devoit estre de 3200. Il manque deux milles, ainsi il faudroit l'angle du Rumb un peu moindre de quelques minutes, ce qui n'est pas de consequence.

Que si le terme du départ estoit à quelque parallele, il se faudroit servir de la seconde partie du probleme.

On pourroit encore renverser la pratique : c'est à dire voulant essayer si l'angle d'un Rumb est propre, on pourroit commencer par le troisiéme probleme ; qui est l'angle du Rumb, & le chemin estant donné, chercher la latitude : & ensuite examiner par le premier, la longueur de la course, & le changement de la latitude, si vous rencontrerez le mesme changement de longitude.

Il est aisé de remarquer qu'il n'y a que la longitude qui nous embarasse, & qui nous oblige de recourir à d'autres nombres que les communs. C'est pourquoy si nous sçavons

une

une fois changer la longitude en milles d'Eſt, & Oueſt ; ou reduire les milles d'Eſt & Oueſt en degrez de longitude ; nous n'aurons plus de peine à ſoudre tous les problemes nautiques. C'eſt ce qui m'oblige à examiner la reduction que quelques-uns propoſent, à en donner d'autres plus faciles, & plus juſtes.

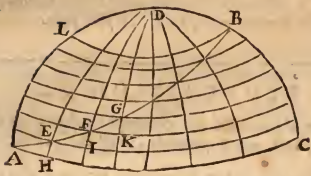
PROPOSITION XX.

La reduction des milles d'Eſt & Oueſt en degrez de longitude, par le moyen parallele, n'eſt pas exacte.

IE me'vois obligé, avant que de donner des pratiques plus aiſées, de découvrir le deffaut de quelques-unes, qui facilitent à la verité, le pointage des routes, mais qui ne ſont pas aſſés preciſes, & que par conſequent on ne doit employer qu'avec les precautions neceſſaires. Je puis mettre dans ce nombre la reduction des lieües, ou milles d'Eſt, & Oüeſt en degrez de longitude par un moyen parallele que, quelques-uns propoſent comme bonne, quoy qu'en effet elle ſoit fautive, ainſi que je vay demonſtrer.

Que la ligne AB ſoit une Loxodromie, qui couppe les divers Meridiens qu'elle rencontre par des angles égaux. Que le point D ſoit le pole de la terre ; AC, l'Equateur : & qu'on décrive du pole D, quantité de cercles paralleles, également diſtans l'un de l'autre, par exemple de dix en dix minutes. Ces paralleles couppperont la loxodromie AB en parties égales : comme j'ay demonſtré, de ſorte que les ſegments AE, EF, FG ſeront égaux. Les arcs des Meridiens EH, FI, KG ſont auſſi ſuppoſés égaux, puiſqu'ils ſont tous de dix minutes. Nous avons donc des petits triangles AEH, EFI, FKG tout à fait ſemblables, & égaux. Ainſi les arcs AH, EI, FK, & les autres ſont égaux en meſure, c'eſt à dire en lieües, ou en milles ; mais non pas en nombre de degrez ; parce que ſi l'arc AH dans l'Equateur eſt de dix milles, il emportera dix minutes : mais ſi EI eſt de dix milles, le cercle eſtant plus petit que l'Equateur, le meſme arc de dix milles, emportera plus de dix minutes. Et de fait, le parallele BL, eſtant éloigné de ſoixante degrez de l'Equateur ; dix milles, dans ce parallele contiendront vingt minutes. Suppoſons donc, que je ſçache par les precedentes propoſitions, que AH eſt de dix milles, EI, FK, & les autres arcs des paralleles, ſeront de dix milles : & ſçachant combien il y en a juſques au point B, j'auray la ſomme de tous ces arcs. C'eſt cette ſomme que nous avons nommée le côté mecodynamique, & qu'on appelle lieües, ou milles d'Eſt & Oüeſt. Il s'agit de les reduire en degrez & minutes de longitude. Si je fais cette reduction, comme ſi ces milles appartenoient tous à l'Equateur, je ne trouve pas aſſés de degrez ; parce qu'il faut un plus grand nombre de milles, pour chaque degré de l'Equateur. Si je les donne tous au dernier parallele BL, j'auray plus de degrez qu'il ne faut ; parce que les degrez de ce parallele ſont plus petits, que ceux des paralleles plus proches de l'Equateur. C'eſt ce qui a fait croire à quelques-uns, qu'il falloit prendre un moyen parallele entre celuy duquel on eſt parti, & celuy auquel on eſt arrivé. Par exemple, ſi eſtant parti de l'Equateur AC, j'eſtois arrivé au parallele BL ; le moyen parallele ſeroit entre l'Equateur AC, & le parallele BL. Si j'eſtois parti de F, & arrivé à L, le moyen parallele ſeroit entre les paralleles FK, & BL.

La raiſon pour laquelle on choiſit ce moyen parallele, auquel on attribuë tous



ces petits arcs, & dans lequel on cherche des degrez de longitude, eſt celle-cy. Puiſque toutes les lieües d'Eſt & Oüeſt eſtant priſes ſur le parallele BL, donnent une trop grande longitude; & qu'eſtant priſes ſur l'Equateur AC, elle la donnent trop petite, on peut rencontrer un parallele entre deux, qui ait les degrez d'une grandeur moderée, de ſorte que ce nombre de lieües d'Eſt & Oüeſt, donnera le juſte nombre des degrez de longitude.

On peut s'imaginer ce moyen parallele, au milieu des deux propoſés, c'eſt à dire y ayant meſme nombre de paralleles de côté, & d'autre. Par exemple, ſi j'avois couru depuis le parallele de vingt degrez de latitude, juſques à celuy de ſoixante, le moyen parallele ſeroit celuy de quarante.

Trouver un moyen parallele Geometrique.

DAns la ſeconde façon de trouver le moyen parallele, on a égard à la grandeur des paralleles, & par conſequent à celle de leurs degrez; de ſorte qu'il y ait meſme raiſon Geometrique d'un degré du premier parallele, à un degré du moyen, que d'un degré du moyen, à un degré du dernier. Pour avoir ce moyen parallele, il ne faut qu'ajoûter les Sinus logarithmiques des complemens des latitudes, des paralleles extremes, & diviſer cette ſomme par la moitié, & vous aurez le Sinus logarithmique du complement de la latitude de ce parallele, pour moyen Geometrique. Par exemple, ſi on propoſe les paralleles vingt, & quarante, leurs complemens ſont ſeptante & cinquante. Ajoûtez enſemble les Sinus logarithmiques de ſeptante, & de cinquante, & partagez la ſomme par la moitié: vous aurez le Sinus logarithmique de cinquante-huit, trois min. complement de trente & un degrez, cinquante-ſept minutes. Ce moyen parallele Geometrique donne quelquefois la longitude plus juſte, que le moyen parallele Arithmetique. Un honéte homme, qui enſeigne l'Hydrographie à Kebec, envoya l'année paſſée un quadran de reduction, auquel à côté des latitudes on avoit ajoûté les logarithmes, à deſſein de trouver le moyen parallele Geometrique, & de s'en ſervir pour reduire les lieües d'Eſt & Oüeſt en degrez de longitude. On me pria d'examiner cette pratique, & je trouvay qu'elle eſtoit encore moins juſte, en la pluſpart des endroits, que la commune.

Trouver un moyen parallele Arithmetique.

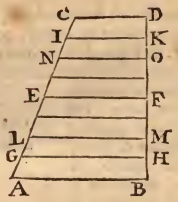
LE troisiéme moyen parallele est Arithmetique, de sorte que deux degrez de ce milieu parallele valent autant de milles, qu'un degré du premier, & un degré du dernier parallele. La façon de le trouver est aisée : ajoûtez ensemble les Sinus des complemens des latitudes des deux extremes, & divisés cette somme par la moitié ; vous aurez le Sinus du complement de la latitude du parallele moyen. Par exemple, pour avoir le moyen parallele Arithmetique, entre le parallele de vingt, & celuy de quarante, ajoûtés ensemble les Sinus de leur complement, & divisez la somme par la moitié, vous trouverez le Sinus du complement de trente & un, vingt-neuf minutes.

Sinus de compl. de	20. 93969
Sinus de compl. de	40. 76604
somme.	170573
la moitié	85286
degrez	31. 29.

Demonstration. Les Sinus des complemens de la latitude des paralleles sont leur demidiametre, comme j'ay fait voir dans la quatorziéme ; ainsi les demidiametres des deux extremes, sont égaux au double de celuy du milieu. Donc les demidiametres, & les circonferences, & les arcs semblables, de ces cercles, sont en mesme raison arithmetique : & par consequent deux degrez de celuy du milieu, valent autant que la somme de deux degrez, pris dans les deux paralleles extremes.

Cette pratique de reduction est fautive, quelquefois plus, quelquefois moins : car la raison que quelques-uns apportent pour la justifier, ne conclud pas. Ils disent, que les lieües qu'on a avancées à l'Est, ou à l'Oüest, ayant esté entre deux paralleles, par exemple entre le vingtiéme, & le quarantiéme, il n'est pas raisonnable de les reduire par l'une de ces deux latitudes, l'une donnant trop de degrez de longitude, & l'autre trop peu ; mais en prenant l'entre-deux, & les reduisant par la latitude moyenne, on accorde ces deux latitudes. Cette raison n'est pas Geometrique : j'ajoûte qu'on ne doit les reduire ny par les latitudes extremes, ny par la moyenne, mais par toutes celles d'entre-deux, ainsi que j'ay fait cy-dessus. Il est vray que s'il ne s'agissoit que des deux extremes, cette moyenne partageroit le different ; mais il faut avoir égard à toutes les autres ; & il faudroit pour bien reüssir, que ce moyen parallele Arithmetique, eût encore une autre condition, qui est, qu'il y eût autant de termes d'un côté que d'autre. Or le moyen parallele entre vingt, & quarante, estant trente & un, vingt-neuf minutes vous voyez qu'il y a plus de termes entre vingt, & trente & un, vingt-neuf, qu'entre trente & un, vingt-neuf, & quarante. Ainsi ces paralleles sont plus en nombre. Enfin pour faire exactement cette reduction, il faudroit y rencontrer deux conditions, la premiere que les paralleles décreussent en proportion Arithmetique ; la seconde, que le moyen parallele EF, fust au milieu de tous ; de sorte qu'il fust moyen non seulement entre AB, & CD, mais encore entre GH, IK ; LM, NO : car pour lors AB & CD seroient égaux à deux fois EF, comme aussi LM, NO ; selon la regle universelle, que dans une suite de termes Arithmetiquement proportionels, celuy du milieu pris autant de fois qu'il y a de termes, fait toute la somme. Or les paralleles ne décroissent pas Arithmetiquement, & le moyen

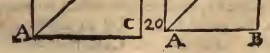
ne tombe pas au milieu de tous les autres.



Pour demonſtrer plus evidemment la fauſſeté de cette pratique, j'en fais l'eſſay, & je montre dans l'experience qu'elle ſe contredit elle-meſme, & que m'en ſervant dans la meſme route de deux façons, je trouveray deux differentes longitudes.

Je ſuppoſe un Navire, qui parte du vingtiéme parallele par le cinquiéme Rumb Nordeſt quart de l'Eſt, & qui arrive au ſoixantiéme parallele : on demande le changement de la longitude. Si on la cherche par les pratiques precedentes que j'ay demonſtrées, on la trouve de quatre-vingt-deux degrés, vingt-deux minutes.

Cherchons-la par le moyen parallele. Le changement de la latitude eſt de quarante degrez, ou de deux mil quatre cens minutes ou milles. Faites, comme le Sinus total à la tangente de l'angle de cinquante-ſix, quinze ; ainſi le changement de la latitude de deux mil quatre cens minutes : vous trouvez trois mil cinq cens quatre-vingt-douze milles d'Eſt ou d'Oüeſt, qu'il faut reduire par le moyen parallele. Ce moyen parallele entre celuy de vingt, & de ſoixante, eſt quarante-trois, cinquante-huit : le Sinus de ſon complement eſt 71984. la reduction ſe fait *(par la 16.)* faiſant, comme le Sinus total eſt à la ſecante de la latitude 138938, ainſi 3592 milles, ou minutes de longitude. Ou bien, pour ſe ſervir des logarithmes ; comme le Sinus du complement de quarante-trois, cinquante-huit, au Sinus total, ainſi 3592 milles. Vous aurez pour quatriéme terme, quatre



mil neuf cens quatre-vingt-douze milles ou minutes Equinoctiales de longitude : & le diviſant par ſoixante, vous aurez quatre-vingt-trois degrez, douze minutes ; & vous ne deviez avoir, comme je monſtreray, que quatre-vingt-deux, vingt deux. Il y a donc cinquante minutes de difference, c'eſt à dire cinquante milles de faute.

Examinons ſi le moyen proportionel en diſtance reüſſiroit mieux ; qui ſeroit quarante : car quarante eſt le milieu entre vingt & ſoixante. Faites donc, comme le Sinus total au Sinus du complement de quarante, ainſi trois mil cinq cens quatre-vingt-douze milles ; vous trouverés quatre mil ſix cens quatre-vingt-neuf, & diviſant par ſoixante, vous aurez ſeptante-huit degrez, neuf minutes : ce defaut eſt encore plus grand ; donc le moyen parallele Arithmetique approche de plus prez, que le moyen parallele en diſtance.

Or pour demonſtrer, que vous deviez trouver huitante-deux, vingt-deux. Je dis que ſi vous partagez cette courſe en quatre, châcune de dix degrez, vous approcherez de plus prez de huitante-deux, vingt-deux : ce que vous ne devriez pas faire, ſi la premiere pratique eſtoit juſte. Car vous devriez trouver la meſme choſe, par la courſe de quarante degrez de latitude, & par quatre courſes châcune de dix. Le changement de la latitude de dix degrez porte ſix cens minutes de latitude, & dans le cinquiéme Rumb huit cens nonante-huit milles d'Eſt & Oüeſt, qu'il faut reduire. Le moyen proportionel entre vingt & trente, eſt vingt-cinq, vingt-ſept : entre trente & quatante, c'eſt trente-cinq, dix-huit : entre quarante & cinquante, c'eſt quarante-cinq, douze : entre cinquante & ſoixante, c'eſt cinquante-cinq, neuf. Reduiſant le premier par les logarithmes, comme le Sinus de complement de vingt-cinq, vingt-ſept, au Sinus total ; ainſi huit cens nonante-huit milles d'Eſt & Oüeſt : je trouve ſeize degrez trente-quatre minutes. Reduiſant le ſecond, comme le Sinus de complement de trente-cinq, dix huit, au Sinus total, ainſi deux cens nonante-huit, à dix huit degrez, vingt & une minutes. Le troiſiéme, comme le Sinus du complement de quarante-cinq au Sinus total, ainſi deux cens nonante-huit, à 21 degrez quatorze minutes : Et le quatriéme, comme le Sinus du complement de cinquante-cinq, neuf, au Sinus total ; ainſi deux cens nonante-huit à vingt-ſix ; douze. Ramaſſant tous ces degrez de latitude, je trouve huitante-deux degrez, vingt & une minutes ; il ne s'en manque qu'une du compte ; & encore elle y ſeroit, ſi je n'avois negligé les ſecondes.

Je tire delà cette conſequence, que parlant abſolument, la maniere de reduire les milles ou lieües d'Eſt & Oüeſt en degrés de longitude par un moyen parallele, n'eſt pas Geometrique & preciſe ; puiſque prenant une grande courſe tout d'un coup, je ne trouve pas la meſme choſe, que quand je la partage. 2. Que plus je partageray la courſe, en parties plus menuës, plus je trouveray le compte juſte. 3. Que quand les courſes ne ſont pas plus grandes que de trois ou quatre degrez, on peut hardiment prendre le moyen parallele en diſtance, au lieu de prendre le moyen Arithmetique. Mais la meilleure façon ſeroit de les reduire par tous les paralleles qu'on a parcourus.

PROPOSITION XXI.

Construction & usage d'une Table pour reduire les milles d'Est & Ouest, en degrez de longitude.

CE n'est pas assés de pouvoir reduire les milles d'Est & Oüest en degrez de longitude, il le faut faire avec facilité, & sans se servir de tant de regles de trois, qui peuvent embaraſſer un Pilote. J'ay creu que cette reduction seroit plus aisée, par le moyen d'une Table qui donneroit les minutes & les secondes que fait en châque parallele, quelque nombre de milles que ce soit. Or j'entends des milles terrestres, soixante desquels font un degré. Ainsi vous voyez qu'un mille dans l'Equateur fait une minute : deux milles, deux minutes.

Pour faire cette Table, & pour sçavoir combien de minutes fait un mille dans le premier parallele, il se faut servir de la seiziéme proposition, qui dit, qu'il y a mesme raison du Sinus total, à la secante de la latitude d'un parallele, que du nombre des milles, pris dans ce mesme parallele, au nombre des minutes. Ainsi il y a mesme raison du Sinus total, à la secante d'un degré ; que d'un mille au nombre des minutes. Or la secante d'un degré est de 100015. 23. qu'il faut multiplier par un, ce qui laisse le mesme nombre : & le diviser par le Sinus total. Ainsi le produit sera 1. $\frac{00015.\ 23.}{100000.\ 00.}$ Pour pouvoir de ce restant faire des secondes, tierces, quartes, il faut multiplier 1523 par soixante, & le produit qui sera 91380, se doit diviser par 100000. 00. Or comme la division ne se peut faire, je concluds qu'il n'y a point de secondes. Je multiplie donc ce nombre 91380 par soixante, & le produit 5486800 estant encore plus petit que le diviseur 100000. 00. je dis qu'il n'y a point de tierces. Je multiplie encore ce dernier nombre par soixante, & le produit 329208000 divisé par le Sinus total, me donne trente-trois quatriémes : Cette exactitude est necessaire quand on fait une Table. J'ay donc trouvé qu'un mille terrestre dans le premier parallele, fait une minute, sec. 0. tierces 0. quatriémes trente-trois, & ajoûtant continuellement ces nombres un, 0. 0. trente-trois ; j'auray ce que font deux milles, trois milles, quatre milles, jusques à dix, & je trouveray une min. sec. 0. tierces cinq, quatriémes trente. Ajoûtant continuellement ce nombre, je trouve ce que font dix, vingt, trente, quarante, cinquante, soixante, septante, huitante, nonante, cent milles, & je trouve pour ce dernier, un degré quarante minutes, sec. 0. tierces cinquante-cinq, quatriémes 0. Ainsi ajoûtant continuellement ce dernier nombre, j'ay ce que font deux cens, trois cens, quatre cens, cinq cens milles.

J'en fais de mesme pour le second parallele, c'est à dire je divise sa secante 100060. 95. par 100000. 00. & je trouve une minute, reste 60. 95, que je multiplie par soixante, pour avoir les secondes, & le produit est 65700, lequel estant trop petit pour pouvoir estre divisé par le Sinus total, doit estre multiplié par soixante ; & je trouve 3942000. Le multipliant encore par soixante, & divisant 236520000 par 100000. 00. je trouve pour produit prés de trente-six quatriémes. Donc un mille fait dans le second parallele une minute, sec. 0. tierces 0. quatriémes trente-six. Ajoûtant toûjours ce mesme nombre, j'acheve la ligne de ce paral-

lele. Il en faut faire de meſme pour tous les autres degrez.

L'uſage de la Table eſt tres-facile. Quand vous avez les milles d'Eſt & Oüeſt, voulant ſçavoir combien ils font de minutes dans quelque parallele que ce ſoit, ſi le nombre de ces milles a des centaines, regardés combien de degrez, minutes & ſecondes font cent milles dans ce parallele, combien de minutes font dix, vingt, trente, quarante, cinquante milles; combien de minutes & ſecondes font les unités de milles qui ſont marqués: ajoûtant ces nombres enſemble, vous aurez ce que vous demandés.

milles.	*D.*	*mi.*	*ſe.*
500.	9.	37.	20.
80.	1.	32.	25.
2.	0.	2.	19.
ſomme.	11.	12.	2.

Par exemple, j'ay cinq cens huitante-deux milles dans le parallele trentiéme, je cherche dans la Table ſous le nombre cinq cens, au trentiéme parallele, & je trouve neuf, trente-ſept, vingt. Sous le nombre huitante, je trouve un, trente-deux, vingt-trois: & ſous le nombre deux, je rencontre o, deux, dix-neuf. Faiſant la ſomme, je trouve onze degrez, douze min. deux ſecondes. La vraye reduction des milles d'Eſt & Oüeſt, ſe fera ainſi: Par exemple, ſuppoſons que j'aye trouvé par le cinquiéme Rumb, allant de vingt degrez à ſoixante, les milles d'Eſt & Oüeſt, ou le côté Mecodynamique, de trois mil cinq cens nonante-deux. Je partage cette route en dix parties, parce qu'elle eſt trop grande: en ſorte que j'ay pour châcune, trois cens cinquante-neuf milles, negligeant ces deux milles: & je fais la reduction dans les paralleles vingt-deux, vingt-ſix, trente, trente-quatre, trente-huit, quarante-deux, quarante-ſix, cinquante, cinquante-quatre, cinquante-huit, qui ſont les moyens paralleles en diſtance, des dix routes propoſées: de la premiere de vingt à vingt-quatre, le moyen eſt vingt-deux: de la route de vingt-quatre à vingt-huit, le vingt-ſix eſt moyen parallele, & ainſi des autres.

Mais la plus juſte reduction ſeroit de la reduire par tous les paralleles. Mettons-en un exemple. J'ay navigé du quarante-cinquiéme degré au cinquante, & j'ay cent trente milles d'Eſt & Oüeſt: je partage ma route en cinq, & vient quarante-ſix milles pour châcun. Je puis reduire cette route par le quarante-cinq, quarante-ſix, quarante-ſept, quarante-huit, quarante-neuviéme parallele, omettant le terme le plus au Nord, & faiſant une addition de tout ce qui eſt dans la Table, ſous quarante milles dans les paralleles ſuſdits.

Milles 40.			
parallele	*D.*	*mi.*	*se.*
45.	0.	56.	33.
46.	0.	57.	34.
47.	0.	58.	39.
48.	0.	59.	47.
49.	0.	0.	57.
somme.	4.	53.	30.

PROPOSITION XXII.

Reduire les degrez, & minutes de longitude en milles d'Eſt & Oüeſt, par la Table.

CEtte propoſition fait le contraire de la 20. Je ſuppoſe donc que la longitude des deux termes ſoit connuë. Si les deux termes ſont plus Orientaux, ou plus Occidentaux que le premier Meridien, il faut ſouſtraire la plus petite longitude de la plus grande, pour en avoir la difference. Si l'un eſt Oriental, & l'autre Occidental, il faut ajoûter la longitude de celuy qui eſt Oriental, à ce qui manque à l'autre longitude, juſques à 360. Par exemple, ſi un terme a 20. degrez de longitude, & l'autre 330. ; le reſte juſques à 360 eſt 30 : ajoûtés 30 à 20, & vous aurez 50. On pourroit compter autrement la longitude, mais aucun Geographe ne le fait.

Ayant la difference des longitudes, ſi les deux termes eſtoient ſous l'Equateur, les degrez eſtant multipliés par ſoixante, & y adjoûtant les minutes, vous aurez le nombre des milles terreſtres. Pour avoir les lieuës, diviſez le tout par trois. Si les deux termes ſont ſous le meſme parallele, il faut chercher dans les Tables precedentes, combien font de milles tant de degrez, & de minutes, dans ce parallele. Si les deux termes eſtant en diverſes latitudes, la route paſſe quatre ou cinq degrez, il la faut partager en deux ou trois. Par exemple, ſi je vay du vingtiéme parallele au ſoixantiéme, & que j'aye huitante-deux degrez, vingt-deux min. de changement de longitude ; je la puis partager en dix parties ; j'auray pour chacune quatre degrez de changement de latitude, & huit degrez, quatorze minutes de difference de longitude. La premiere route eſt de vingt à vingt quatre degrez de latitude : le moyen proportionel en éloignement eſt vingt-deux. Je cherche dans le vingt-deuxiéme parallele de la Table, combien huit degrez quatorze minutes font de milles. J'en fais de meſme pour toutes les autres routes, de vingt-

vingt-quatre à vingt-huit, de vingt-huit à trente trois, & ainſi des autres : puis ramaſſant tous ces milles, j'auray les milles d'Eſt & Ouëſt, qui répondent à ces degrés de longitude.

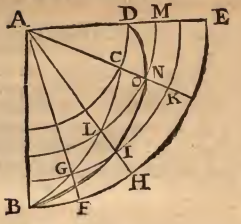
Mais parce qu'on ne fait pas de ſi grandes courſes, prenez-en une de quatre ou cinq degrez ; par exemple que j'aye cinq degrez trente-ſept minutes, & trente-quatre ſecondes à reduire, & que la courſe ait eſté du quarantiéme degré de latitude au cinquantiéme, je partage cette route en cinq, & j'auray pour chacune un degré, & ſept minutes ; reſtent deux minutes, & trente-quatre ſecondes. Je cherche ſous le titre d'un degré dans la ſeconde Table, & je fais une ſomme de tout ce qui répond à tous les paralleles que je parcours 40. 41. 42. 43. 44. J'en fais de meſme pour les ſept minutes ; & faiſant une ſomme totale, je trouve ce que je cherche.

	Vn degré. *Milles.*	*Cent pas.*	*7. Minutes.* *Milles.*	*Cent pas.*
40.	46.	0.	5.	4.
41.	45.	3.	5.	3.
42.	44.	6.	5.	2.
43.	43.	9.	5.	1.
44.	43.	2.	5.	0.
	Som. 223.	0.	26.	
	26			
	249			

PROPOSITION XXIII.

Dans toutes les loxodromies, il y a meſme raiſon des milles d'Eſt & Ouëſt aux degrez & minutes de longitude, les courſes eſtant faites entre les meſmes paralleles.

CEtte Propoſition nous donne une autre maniere de reduire les milles d'Eſt & Ouëſt en degrez, & minutes de longitude : comme auſſi de changer les degrés de longitude, en milles d'Eſt & Ouëſt ; ce qui nous rend le pointage des routes auſſi aiſé, que ſi nous n'avions qu'un Triangle rectiligne rectangle à reſoudre. Par exemple, ſi on compare deux loxodromies BC, BD, renfermées entre l'équateur BE, & le parallele CD : il y a meſme raiſon des milles d'Eſt & Ouëſt aux degrés de longitude, dans la loxodromie BC, que dans la loxodromie BD.



Demonſtration. Qu'on tire les paralleles & les meridiens ſi prés l'un de l'autre, qu'on puiſſe prendre les Triangles ſpheriques pour rectilignes. Dans les deux premiers Triangles BGF, BIH, il y a meſme raiſon des milles qui ſont dans l'arc BF, à ceux qui ſont dans BH, que des degrés de longitude de BF, aux degrés de longitude de BH, puiſque c'eſt dans le meſme parallele BH: pareillement il y a meſme raiſon des milles d'Eſt & Oüeſt de l'arc GI, à ceux de l'arc GK, que des degrez de longitude de l'arc GI, à ceux de GK, puiſque nous comparons les arcs du meſme parallele; ainſi nous pouvons parcourir tous les autres Triangles.

Corol. Propoſant la Table des milles d'Eſt & Oüeſt, & des degrez de longitude qui leur répondent dans une route, nous pourrons tres-facilement reduire les milles d'Eſt & Oüeſt en degrés de longitude, par une ſimple regle de trois. Je propoſe donc la Table de la quatriéme route, comme la plus facile: la premiere colonne contient les paralleles; la ſeconde, les milles d'Eſt & Oüeſt, à commencer depuis l'Equateur; & la troiſiéme, le changement de longitude, à compter auſſi depuis l'Equateur.

PROPOSITION XXIV.

Reduction tres-facile des milles d'Eſt & Oüeſt en degrés de longitude, ou des degrés de longitude en milles d'Eſt & Oueſt.

QU'un Navire ſoit party de l'Equateur, & ayant couru juſqu'au dixiéme degré de latitude, que l'on trouve par les propoſitions precedentes 400 milles d'Eſt & Oüeſt: on veut ſçavoir les degrés de longitude qui répondent à ces 400 milles. Je cherche dans ma Table le dixiéme degré de latitude, & je trouve 600. milles; & vis-à-vis dix degrés trois minutes. Je fais une regle de trois, & je dis; Si 600. milles donnent dix degrez, que donneront 400? Je trouve ſix degrés 40. minutes; & à cauſe des trois minutes, j'en prens deux, en ſorte que le changement de longitude eſt de ſix degrés, quarante-deux minutes.

Comme au contraire, ſi on m'avoit donné les degrés de longitude 6. 42. & qu'il falluſt avoir les milles d'Eſt & Oüeſt: Ayant cherché dans ma Table, les meſmes nombres qui ſont au parallele dixiém:, c'eſt à dire 600. milles & dix degrés, trois minu-

tes ; Je fais une regle de trois, si dix degrés, trois minutes donnent 600. milles d'Est & Ouëst, que donneront six degrés, quarante-deux minutes, & je trouve 400. milles.

Secondement, que la Navigation ayant esté du sixiéme parallele au seiziéme, on trouve 400. milles d'Est & Ouëst : Pour avoir les degrez de longitude, ostez les nombres de la Table, qui répondent au sixiéme parallele, de ceux du seiziéme, c'est à dire 360. de 960, restent 600 : ostez aussi six degrez de 16. 12, restent dix degrés, douze minutes. Faites une regle de trois ; Si 600. donnent dix degrés, & douze minutes, que donneront 400 ? Je trouve six degrés, quarante-huit minutes.

Il faut renverser la regle de trois, si les degrés de longitude vous estoient donnés Ainsi par une simple regle de trois, vous aurez vostre compte beaucoup plus juste, que par le moyen parallele.

PROPOSITION XXV.

Resoudre tous les Problemes Nautiques.

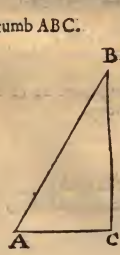
JE reprendray icy plusieurs choses, que j'ay déja dites ; mais je croy qu'on sera bien aise d'avoir dans une Proposition, l'abregé de toutes les pratiques necessaires à un Pilote, pour pointer ses routes. Ie mettray les quatre termes de chaque Analogie ; quand je marqueray Geometrique, il faudra multiplier le second par le troisiéme, & diviser le produit par le premier, pour avoir le quatriéme ; quand je mettray le titre Arithmetique, il faudra ajoûter le second & le troisiéme, & de la somme, soustraire le premier, pour avoir le logarithme du quatriéme.

PROBLEME I.

La difference des longitudes & des latitudes des deux termes estant donnée, trouver le rumb, & la distance ou le chemin.

CE Probleme se doit resoudre, avant que de partir. Reduisez les degrez de la difference des longitudes, en milles d'Est & Oüest : puis pour avoir le rumb, faites, *Geometrique.*

1. Comme la difference des latitudes en milles BC,
2. aux milles d'Est & Ouëst AC :
3. ainsi le Sinus total,
4. à la tangente de l'angle du rumb ABC.



Arithmetique.

1. Comme le Logarit. de la difference des latit. BC en milles,
2. au Logarith. des milles d'Eſt, & Oüeſt AC:
3. ainſi le Logarit. du Sinus total,
4. au Logarithme de la tangente de l'angle A B C.

Pour la quantité du chemin. Geometrique.

1. Comme le Sinus total,
2. à la ſecante de l'angle ABC:
3. ainſi B C la difference des latitudes en minutes ou milles,
4. à AB la quantité du chemin.

Arithmetique.

1. Comme le log. du Sinus du complement de l'angle A B C,
2. au logarithme du Sinus total:
3. ainſi le log. de B C difference des latitudes,
4. au logarithme du chemin AB.

PROBLEME II.

La quantité du chemin, & le rumb eſtants donnés, trouver le lieu où l'on eſt arrivé, c'eſt à dire le changement de la longitude, & de la latitude.

Geometrique.

1. Comme le Sinus total,
2. au Sinus du complement de l'angle ABC:
3. ainſi la quantité du chemin AB,
4. au changement de la latitude C B en milles, ou minutes.

Arithmetique.

1. Comme le logarithme du Sinus total,
2. au logar. du Sinus du complement de l'Angle ABC;
3. ainſi le logarithme de la quantité du chemin AB,
4. au logarithme de BC, changement de la latitude en milles. Diviſant par 60, vous l'aurez en degrez & minutes.

Geometrique.	*Arithm.*
1. Comme le Sinus total,	1. Logarithm.
2. à la tangente de ABC, angle du rumb:	2. Logarithm.
3. ainſi BC changement de la latitude en milles,	3. Logarithm.

4. à AC nombre des milles d'Eſt & Oüeſt 4. Logar.

Les reduiſant par la precedente, vous aurez la difference de la longitude, & de la latitude; ces deux differences de longitude & de latitude eſtant données, vous trouverez facilement ſur la Carte, le lieu où vous eſtes arrivé.

PROBLEME III.

La quantité du chemin eſtant donnée, & la latitude des deux termes, trouver les rumbs, & la difference des longitudes.

Geometrique.	*Arithm.*
1. COmme la quantité du chemin,	1. Log.
2. à la difference des latitudes :	2. Log.
3. ainſi le Sinus total,	3. Log.
4. au Sinus du complement de l'angle du Rumb.	4. Log.

Geometr.	*Arithm.*
1. Comme le Sinus total,	1. Log.
2. à la tangente de l'angle du rumb ABC :	2. Log.
3. ainſi BC changement de la latitude en milles,	3. Log.
4. à AC, milles d'Eſt & Oüeſt.	4. Log.

Reduiſant ces milles d'Eſt & Oüeſt, par la precedente, vous aurez la difference des longitudes.

PROBLEME IV.

L'Angle du rumb, & les latitudes eſtant données, trouver la quantité du chemin, & la difference des longitudes.

Geometr.	*Arithm.*
1. COmme le Sinus total,	1. Comme le Logarithme du Sinus du complement de ABC,
2. à la ſecante de l'angle du rumb ABC :	2. au Logar. du ſinus total :
3. Ainſi BC difference des latitudes,	3. ainſi le Log. de BC,
4. à AB, quantité du chemin.	4. au Logar. de AB.

Geometrique.

1. Comme le Sinus total,
2. à la tangente de l'angle ABC :
3. ainſi BC difference des latitudes,

4. à AC, milles d'Eſt & Oüeſt. Les reduiſant par la precedente, on aura le changement de la longitude.

PROBLEME V.

La difference de la longitude eſtant donnée, la quantité du chemin, & la latitude d'un des termes, trouver le changement de la latitude, & le rumb.

IL faut premierement reduire cette difference de longitude, en milles d'Eſt & Oüeſt, prenant garde ſi cette quantité de chemin, n'eſt point celle qui répond à ces degrés de longitude ſur un parallele, ou ſur l'équateur, ſi on y eſt: car ſi cela eſtoit, la reduction ſeroit faite.

Geometr.	*Arith.*
1. Comme le chemin AB,	1. Log.
2. aux milles d'Eſt & Oüeſt AC:	2. Log.
3. ainſi le Sinus total,	3. Log.
4. au Sinus de l'angle du rumb ABC.	4. Log.

Geometr.	*Arithm.*
Comme le Sinus total,	1. Logar. du ſinus total.
à la tangente du comp. de l'Angle ABC:	2. Logar. de la tangente.
ainſi les milles d'Eſt & Oüeſt AC,	3. Logar. des milles Eſt & Oüeſt.
à BC changement de la latitude, en milles.	4. Log. de la difference de latit.

PROBLEME VI.

Le rumb, le changement de la longitude, & la latitude d'un des termes eſtant donnés, trouver le changement de la latitude, & la quantité du chemin.

IL faut premierement reduire la difference de la longitude, en milles d'Eſt & Oüeſt.

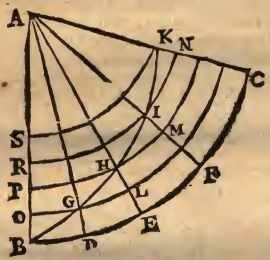
Geometr.	*Arith.*
1. Comme le Sinus total,	1. Log.
2. au Sinus du comp. de l'angle du rumb:	2. Log.
3. ainſi les milles d'Eſt & Oüeſt AC,	3. Log.
4. à BC changement de latitude.	4. Log.

Geometr.	*Arithm.*
1. Comme le Sinus total,	1. Sinus, log. du compl. de ABC.
2. à la ſecante de l'Angle du rumb:	2. Log. du ſinus total:
3. ainſi le changement de la latitude BC,	3. Logar. de AC.
4. à AB, quantité du chemin.	4. Logar. de AB.

PROPOSITION XXVI.

Explicæion des Tables Loxodromiques.

NOus ne devons pas raiſonnablement eſperer que tous les Pilotes ayent une ſi grande connoiſſance de la Trigonometrie, qu'ils puiſſent reſoudre les problemes que j'ay propoſez, ſans ſe mettre en danger de ſe tromper : c'eſt pourquoy je leur propoſe des Tables plus faciles, dont l'uſage ne demande que la ſimple addition & ſouſtraction, ſans avoir beſoin d'une regle de trois. Ces Tables ne ſont pas pour tous les Angles d'inclination, mais ſeulement pour les trente deux rumbs de vent : ce qui ſuffit pour la conduite d'un Vaiſſeau, puis qu'on n'a pas jugé à propos de diviſer la bouſſole en plus de parties. Or, il faut premierement remarquer que les rumbs oppoſez font le meſme angle avec le meridien, & la meſme route : comme ſi nous montons depuis l'equinoctial AB vers le pole, par la loxodromie BK, par exemple par le Nord-eſt, qui faſſe avec le meridien AB, l'angle ABK de quarante-cinq degrés : le Navire qui eſt en K, peut venir à l'equateur par la même ligne KB, qui ſera Sud-ouëſt, & fera l'Angle BKC, égal à l'angle ABK de quarante cinq degrés.



Secondement, il faut remarquer que les rumbs qui ſont de coſté & d'autre également éloignez du meridien, ſont un angle égal avec luy, par exemple Sud-ſud-eſt, & Sud-ſud-ouëſt : Sudeſt, & Sud-oüeſt, & ainſi des autres : c'eſt pourquoy il ſuffit d'avoir les loxodromies d'un quart de cercle. La premiere ſervira pour Nord quart de Nordeſt, Nord quart de Nordouëſt, Sud quart de Sudeſt, & Sud quart de Sud-ouëſt. La 2. pour Nord-nord-eſt, Nord-nord-ouëſt, Sud-ſud-eſt, & Sud-ſud-ouëſt. La 3. pour Nord-eſt quart du Nord, Nord-ouëſt quart du Nord, Sud-eſt quart du Sud, & Sud ouëſt quart du Sud. La quatriéme pour le Nord-ſt, le Nord-ouëſt, le Sud-eſt, & le Sudouëſt. La cinquiéme pour le Nordeſt quart de l'Eſt, Nord-ouëſt quart d'Ouëſt, Sud-eſt quart de l'Eſt, & Sud-ouëſt quart d'Ouëſt. La ſixiéme ſervira à

l'Eſt Nord-eſt, à l'Oüeſt Nord-oüeſt, à l'Eſt Sud-eſt, & à l'Oüeſt Sud-oüeſt. La ſeptiéme à l'Eſt quart de Nord-eſt, à l'Eſt quart du Sud-eſt, à l'Oüeſt quart du Nord-oüeſt, & à l'Oüeſt quart du Sud-oüeſt.

L'on peut ſupputer ces Tables par les propoſitions precedentes, ſuppoſant que la loxodromie commence à l'Equateur, & va juſqu'au ſoixante-dixiéme degré de latitude.

La premiere colonne de la latitude qui eſt commune à toutes les loxodromies, va croiſſant de dix en dix minutes ; ainſi le chemin qui luy répond dans chaque rumb, croiſt auſſi également : Le changement de longitude ſe peut facilement trouver. Chaque loxodromie a trois colonnes ; celle de la latitude qui eſt commune à toutes, croiſt également, & ſe doit entendre, en comptant depuis l'equinoctial, un, deux, trois ou quatre degrez. La ſeconde colonne contient le changement de la longitude, comptant toûjours depuis celle que le Navire avoit à l'equateur. La troiſiéme montre le chemin qu'on a fait : elle croiſt auſſi également.

Dans la premiere 61 milles $\frac{1}{5}$		5.	108.
2.	$64\frac{4}{5}$	6.	$156\frac{4}{9}$
3.	72	7.	$307\frac{3}{5}$
4.	$84\frac{4}{5}$		

Un degré de latitude dans chaque rumb, donne une quantité de chemin differente : c'eſt à dire que pour changer un degré de latitude par la premiere route, il faut courir 61. milles $\frac{1}{5}$; par la ſeconde 64 milles $\frac{4}{5}$ par la troiſiéme 72. &c.

Toutes les Tables des Loxodromies qu'on a propoſées juſqu'à preſent, ſont pleines de fautes : celles de Metius ſont plus exactes, mais il y a encore quelques erreurs ; ce qui m'a obligé de les ſupputer.

PRO-

PROPOSITION XXVII.

L'usage de la Table.

L'Usage des Tables consiste à resoudre les problemes precedens sans aucune Trigonometrie, ny regle de trois : mais par la seule addition, & soustraction.

PROBEEME I.

Les longitudes & les latitudes des deux termes estant connuës, trouver le rumb & la quantité du chemin.

QU'un Navire parte du cap d'Angleterre, qui a de latitude 51. 8, & de longitude 16. 20, pour aller à l'isle Palmaire ; qui a de latitude 28. 30, & de longitude 55. 40. La difference de longitude est de 19. 20. Consultez la Table du rumb que vous jugez le plus propre, & examinez s'il réüssira : prenez, par exemple, le quatriéme.

Cherchez dans la Table sous la colomne du quatriéme rumb, & regardez vis à vis de la latitude de l'isle Palmaire, qui est de 28. 30, la longitude qui luy répond dans la Table, & vous trouverez 29. 46. Cherchez aussi dans la mesme Table, la longitude qui répond à la latitude du cap d'Angleterre de 51. 8, & vous trouverez 59. 46. Il faut soustraire cette premiere longitude 29. 46 ; de la seconde 59. 46, & vous trouverez la difference de longitude de trente degrez. Vous n'aviez de longitude que 19. 20, c'est pourquoy ce rumb ne peut pas servir. Prenez donc le suivant vers le meridien, c'est à dire le troisiéme : & ayant vû dans sa colonne des longitudes, celles qui répondent aux deux latitudes données de 51. 8, & de 28. 30, c'est à dire 19. 56, & 39. 54, faites la soustraction : & vous trouverez 19. 58, au lieu de 19. 20.

Vous pouvez vous servir de ce rumb, en ostant environ un degré de son inclination : c'est à dire que son angle estant de 33. 45, vous pouvez prendre 32. Mais les Pilotes ne peuvent pas estre si exacts, parce que le Navire balance : on peut donc prendre le troisiéme rumb, qui sera Sud-est quart du Sud.

Pour avoir le chemin, ostez la petite latitude de la grande, c'est à dire 28. 30. de 51. 8, & vous aurez la difference de latitude de 22. 38. Cherchez dans le troisiéme rumb vis-à-vis de la latitude de 22. 38, & vous trouverez 1634 milles, de 60. au degré.

Si les latitudes estoient l'une Boreale, & l'autre Australe, il les faudroit ajoûter, pour en avoir la difference : aussi bien que les longitudes prises dans les Tables, pour avoir la difference des longitudes, que donne le rumb.

PROBLEME II.

Le rumb de vent, & le chemin qu'on a fait estant connû avec la latitude, & la longitude du terme de départ, trouver la longitude & la latitude du lieu où l'on est arrivé.

UN Navire est party du dixiéme parallele ; & navigeant par le quatriéme rumb, par exemple le Nordoüest, a fait 1317 milles : on veut sçavoir le lieu où il est arrivé.

Cherchez dans la colonne du quatriéme rumb 1.17 milles, & vous les trouverez vis-à-vis de la latitude de quinze degrez, vingt-cinq minutes : vous ajoûterez cette difference de latitude à dix degrés, & vous aurez la latitude du lieu où vous estes arrivé, qui sera de vingt-cinq degrez, ving-cinq minutes. Cherchez aussi dans le même rumb, les longitudes qui répondent aux deux latitudes, l'une de dix degrez, & l'autre de vingt-cinq degrez, vingt-cinq minutes, & vous trouverez 10. 3. & 26. 17. Ostez la plus petite de la plus grande : ce qui restera, sera 16 degrés, quatorze minutes, la difference des longitudes.

PROBLEME III.

Les latitudes de deux termes, & le rumb estant connû, trouver la quantité du chemin, & la difference des longitudes.

UN Navire est party de la grande Canarie, qui est au ving-huit degré de latitude, & a navigé par le Nord-est jusqu'au $36\frac{1}{2}$ degré de latitude : on demande combien il a fait de milles, & la difference des deux longitudes.

Pour le premier, ostez 28. de $36\frac{1}{2}$, restent 8. degrez & demy pour la difference des latitudes. Cherchez ensuite dans le quatriéme rumb, vis-à-vis de huit degrez & demy de latitude, le chemin, ou distance, & vous trouverez sept cens vingt milles.

Pour la difference des longitudes, cherchez dans le mesme rumb, vis-à-vis de trente-six degrez & demy, & vous trouverez 39. 15 ; & vis-à-vis de l'autre latitude de vingt-huit degrez, vous aurez 29. 11. Les ostant de 39. 15, vous aurez pour la difference des longitudes, dix degrez, quatre minutes.

PROBLEME IV.

Les latitudes des deux termes estant connuës, & le chemin, trouver le rumb de vent, & la difference des longitudes.

CE probleme peut servir, pour sçavoir si le navire a tenu la route, que la rose ou bousole a marquée, ou s'il a esté emporté par des courants. Je

suppose qu'on ait observé la latitude, tant du lieu, d'où on est party, que de celuy où on est arrivé, & qu'on ait estimé fort exactement le chemin qu'on a fait. On demande la route qu'on a tenuë, & la difference des longitudes. Que la latitude du terme de depart soit par exemple de 20 degrés; & qu'aprés plusieurs jours de navigation, on la trouve de 46. 30, & que le chemin soit de 4200 milles. ayant soustrait la plus petite latitude de la plus grande, je trouve *26* degrez 30. min. Je cherche dans quel rumb, on trouve 4200 milles, vis à vis de la latitude de *26* degrez 30. min. & je trouve le sziéme rumb de vent.

Pour avoir la difference des longitudes, je soustrais 49. 15 la longitude qui respond à 20 degrez de latitude, de 128. 18 qui est celle qui respond à 46 degrez, 30 minutes de latitude. Le reste sera 79 degrez de difference de longitude.

PROBLEME V.

La difference des longitudes, la latitude d'un des termes, & la quantité du chemin estant connues; trouver le rumb, & la latitude de l'autre.

PRenez le rumb de vent que vous jugerez le plus propre, & examinez quelle difference de latitude, respond à la quantité du chemin que vous avez: Puis prenant les longitudes qui répondent aux latitudes, en ostant la plus petite de la plus grande, vous verrez, si vous trouvez la même difference de longitude, qu'on vous a proposé. Par exemple que la difference des longitudes soit 10 degrez, 36. min. & le chemin 848 milles: J'estime que la quatriéme rumb sera propre, je cherche dans ce rumb 848, & je le trouve vis à vis de dix degrés de latitude. Supposons que je suis party du quatorziéme parallele, adjoûtant 10 degrez, la seconde latitude sera 24. Les longitudes qui répondent au deux latitudes de 14 & de 24 degrez, sont 14. 8. & 24. 44 ostant la plus petite de la plus grande, reste 10 degrez 36 min. Donc le quatriéme rumb est celuy qui me sera propre.

PROBLEME VI.

La difference des longitudes, & le rumb estant donné avec la latitude d'un des termes, trouver la latitude de l'autre terme, & la longueur du chemin.

SVppoſons que la navigation a esté, par le 5 rumb, & qu'on est party du 30 degré de latitude, allant vers le Pole, jusqu'à ce que la difference de longitude soit de 34 degrez. Cherchez dans le cinquiéme rumb, la longitude qui répond au 30 degrez de latitude, & vous trouverez 46. 6. adjoutez y la difference qu'on vous a donnée, qui est de 34. & vous aurez 80, que vous chercherez dans le méme rumb, sous le titre de longitude vis à vis de la latitude de 47 degrez & 30 min. Pour le chemin ostés le chemin de la latitude de 30 degrez, de celuy qui répond à la latitude de 47. 30. & vous aurez la longueur du chemin.

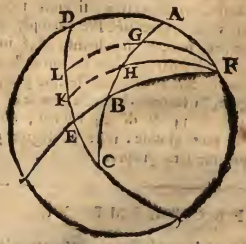
La plusparт des pratiques que jay proposées, supposent que la latitude des 2 termes soit de méme espece. Si l'une estoit au Nord, & l'autre au Sud, il les faudroit ajoûter, pour en avoir la difference. Il faut aussi prendre garde à l'equivôque qu'on peut faire, quand on va au delà du premier meridien, parce que la longitude se compte depuis le premier meridien, par l'Orient, faisant tout le tour du monde. On la peut aussi compter autrement.

Je mettray cy-aprés quelques autres methodes encore plus faciles, quoy que j'estime que celuy-là ne merite pas le nom de Pilote, qui n'est pas capable de se servir de ces tables.

PROPOSITION XXVI.

Pratique de la navigation circulaire par la Trigonometrie.

JAy demontré que les Loxodromies n'estoient pas des grands cercles : d'où je conclus qu'elles ne sont pas le chemin le plus court, par lequel on puisse aller d'un lieu, à un autre : Et que si nous voulons aller par un grand cercle, il faudra necessairemeut changer l'angle d'inclination avec le Meridien, & ne pas se servir toûjours du méme rumb de la bousole. J'en donne la pratique dans vn seul probleme, c'est à dire, la longitude, & la latitude des deux termes estant donnée, trouver l'angle que doit faire la route, avec tous les meridiens qu'on rencontre.



Que le terme du depart soit A, & celuy où on veut aller B. Que l'on s'imagine un grand cercle AB, lequel nous nommerons cercle de position, nous supposons que les latitudes EB, DA sont conneuës, & par consequent leurs complements AF, AF: comme aussi la difference des longitudes, qui sera l'arc DE, mesure de l'angle AFB. Dans le triangle AFB, on connoit trois choses, qui sont les arcs AF, FB, & l'angle AFB; on connoîtra donc la base AB & les angles ABF, BAF, c'est à dire, l'angle du rumb qu'il faudra tenir au depart. On connoîtra aussi le costé AB, qu'on divisera en plusieurs parties esgales AG, GH, HB, que l'on connoîtra aussi, tant en degrez, qu'en milles. Qu'on s'imagine les meridiens FGL, FHK. Dans le triangle FAG, on connoist les costez AF, AG, & l'angle GAF: donc on connoistra pas

Trigonometrie, l'angle AGF, qui eſt celuy du rumb, duquel il ſe faudra ſervir au poinct G : On ſçaura auſſi la baſe GF, qui eſt le complement de la latitude LG. Ainſi nous aurons tous les angles des rumbs, qu'il faudra changer, à meſure que nous changerons de latitude. Pour agir plus exactement, il faut diviſer la baſe AG en plus de parties. Nous pouvons reſoudre tous les autres problemes, de même façon que celuy-cy ; & l'on pourroit même en faire des Tables : mais comme cette façon de naviger n'eſt pas en uſage, quoy qu'elle ſoit plus parfaite que la commune, je ne m'y arreſte pas davantage.

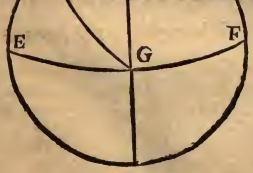
PROPOSITION XXIX.

Comparaiſon de la Navigation circulaire, avec la loxodromique.

ON demande s'il eſt plus à propos de ſe ſervir de la Navigation circulaire, que de la loxodromique.

Il eſt certain que dans le premier & le ſecond rumb, elles ſont ſi peu differentes, qu'on peut prendre indifferemment l'une ou l'autre. Il eſt auſſi tres-aſſeuré qu'ayant choiſi le veritable rumb, nous arriverons où nous voulons aller, ſi nous voulons nous ſervir de la Navigation loxodromique : & que ſi dans la Navigation circulaire, nous changeons de rumb avant le temps, nous nous écarterons du chemin : c'eſt pour cette raiſon qu'on prefere la Navigation loxodromique à la circulaire. Je veux neantmoins examiner, ſi la circulaire fait notablement le chemin plus court, que la loxodromique ; & ce dans des exemples veritables & réels.

Que le cercle ACB ſoit le parallele d: ſoixante degrez, & qu'on veüille aller du poinct A, au poinct B. Je dis qu'allant par le meridien ADB, on fera ſoixante degrez, qui font 3600 milles ; & allant par le parallele ACB, qui eſt la moitié de l'équateur, ce demi-cercle ACB vaudra un quart de l'équateur ; c'eſt à dire quatre-vingt-dix degrez d'un grand cercle, qui ſont 5400 milles. Ainſi on trouve un tiers de plus : mais cet exemple n'eſt pas réel, puis qu'on n'eſt jamais allé juſqu'au Pole.



Qu'on propose un Navire qui parte du point A, & qui doive aller au point G, par le cercle AG ; de sorte que le point G soit le pole du meridien AEC, AG estant un quart de cercle, contiendra 5400 milles. Et par la loxodromie, avec le changement de longitude de quatre-vingt-dix degrez, & soixante & dix de latitude, vous trouverez entre le quatriéme & le cinquiéme rumb, 5620. Ainsi la difference sera de 220 milles : ce qui seroit considerable, si cet exemple se rencontroit dans les Navigations qui se peuvent faire sur le globe de la Terre.

Qu'un Navire parte du cap d'Hybernie, qui a neuf degrez de longitude, & cinquante-cinq de latitude Boreale, pour aller au détroit de Magellan, dont le meridien est plus occidental que le premier, de quarante-trois degrez, & a cinquante-deux de latitude Australe. Le chemin par la loxodromie sera de 1737 lieuës d'Allemagne, & de 1727 par le grand cercle. La difference est de dix lieuës d'Allemagne. Le rumb est le second. D'où je conclus que par le premier, & le second rumb, la difference entre ces deux sortes de Navigation, n'est pas grande ; & qu'on doit plûtost se servir de la loxodromie, si ce n'est vers les poles.

Pareillement, si deux Navires partent du même cap d'Hybernie, pour aller à l'isle Cuba, celuy qui tiendra le cinquiéme rumb, fera 954 lieuës ; & l'autre suivant le grand cercle, en fera 926. La difference sera de vingt-huit lieuës d'Allemagne.

Que la Navigation soit depuis l'isle de Terre-neuve, vers le Canada, qui est en la latitude Norde de cinquante degrez, & éloignée de trente degrez du premier meridien vers l'Occident, pour aller au cap de Bonne-Esperance, qui est au trente cinquiéme degré de latitude australe, & au cinquantiéme de longitude : la difference des longitudes est de quatre-vingts degrez. La Navigation loxodromique sera 1668 lieuës, & la circulaire 1650 : la difference est de dix-huit lieuës d'Allemagne, qui n'est pas considerable dans une si grande course.

Que deux Navires partent du détroit de Magellan, qui est dans la latitude australe de 53 degrez, & dans la longitude de trois cens dix degrez, pour aller au Japon, qui est au trente-cinquiéme degré de la latitude boreale, & au 175. de longitude : vous trouverez par la loxodromie 2231 lieuës, & par le cercle 2156. La difference est seulement de soixante & quinze lieuës, qui est tres peu de chose dans un si grand chemin. D'où je conclus que dans toutes les Navigations, il vaut mieux suivre la loxodromie, que le grand cercle, si ce n'est vers les Poles.

PROPOSITION XXX.

Quelle erreur peut causer la loxodromie, prise pour un grand cercle.

NOus supposons qu'un Pilote ignorant prenne la loxodromie pour u grand cercle, & qu'il supputte l'angle que fait ce grand cercle, avec le meridien d'où il part. Par exemple, partant de l'isle de Terre neuve, pour aller au cap de Bonne-Esperance, il trouvera que le grand cercle tiré de l'un à l'autre, fera l'angle de cinquante-neuf degrez avec le meridien : & neantmoins la loxodromie dont il se faudroit servir, est entre la troisiéme, qui a d'inclination trente-trois degrez, quarante-cinq minutes, & la quatriéme qui a precisément quarante-cinq degrez ; c'est à dire que l'inclination de la route, devroit estre de tren-

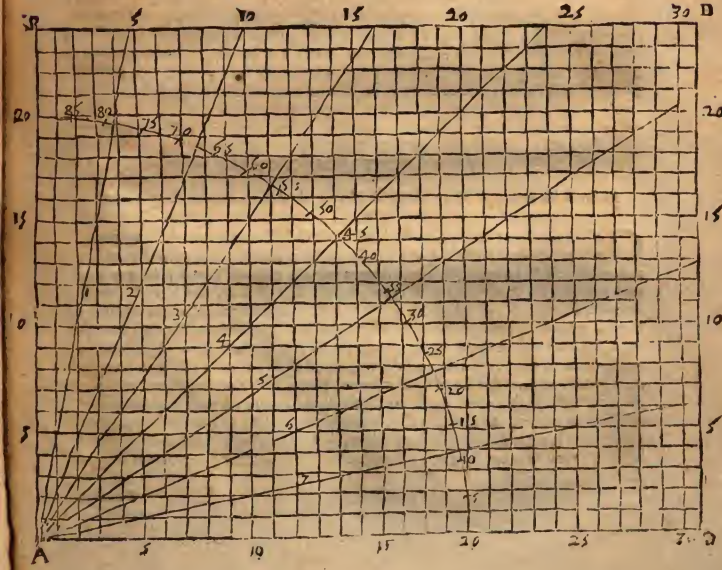
te-huit degrez. Si donc il suivoit le rumb, qui a cinquante-neuf degrez, il n'arriveroit pas au cap de Bonne-Esperance; mais à la coste d'Afrique, qui est sous l'équateur.

PROPOSITION XXXI.

Le Quarré de reduction.

LA plûpart des Cartes n'estant pas reduites, & l'usage des Tables loxodromiques, ou les autres pratiques trigonometriques estant un peu trop subtiles pour quelques Pilotes, on peut se servir du Quarré de reduction.

Décrivez un Quarré ou parallelogramme, & divisez ses costés en parties égales, à commencer d'un de ses angles A; tirant par chaque division des lignes paralleles aux costés, de sorte que le parallelogramme soit divisé en petits quarrez, le côté AC sera celuy de la longitude, & AB celuy de la latitude. Les chiffres que vous y mettrez, seront pour les degrez, jusqu'à quatre-ving-dix. Vous pouvez aussi prendre chaque division pour une minute, ou pour dix minutes, selon que les occasions se presenteront, ou si vous voulez pour des milles.



Décrivez ensuite un quart de cercle du même poinct A, comme centre, que vous diviserez en quatre-vingt-dix parties ; & pour ne pas embarasser le Quarré, vous pourrez en marquer seulement les divisions sur le bord exterieur. Tirez aussi les rumbs, suivant leur angle d'inclination, ensorte que la premiere ligne comprenne avec le meridien AB, l'angle de 11 degrez, quinze minutes : la seconde vingt-deux, trente : la troisiéme trente-trois, quarante-cinq : la quatriéme quarante-cinq : la cinquiéme cinquante-six, quinze : la sixiéme soixante-sept, trente : la septiéme soixante & dix-huit, quarante-cinq.

Ajoûtez au centre A, une regle divisée en parties, égales à celles des costés AB, AC ; & que cette regle puisse tourner au tour du centre A, & arriver par tout jusqu'au bord exterieur du Quarré.

Ce que j'ajoûte de particulier à ce Rectangle de reduction, est une ligne des degrez de longitude : & ne la pouvant pas étendre en lignes droites, j'en fais plusieurs. Or il faut remarquer que les degrez de longitude, surpassent toûjours les milles d'Est & Oüest : je veux dire que navigeant entre quelque parallele que ce soit, par exemple entre le 20. & le 40. si j'ay 1200 milles d'Est & Oüest, qui feroient vingt degrez, donnant 60 milles pour un degré, je trouveray toûjours davantage de degrez de longitude : comme dans cet exemple, j'en auray vingt-trois degrez, & vingt minutes. Cet excés se prend selon l'excés des secantes, par dessus le Sinus total, ainsi que j'ay démontré en son lieu. Ajoûtant donc de suite toutes les secantes, je forme ma ligne, que je nomme des latitudes croissantes : & parce que mon papier n'est pas assez grand, la premiere contient 15 degrez, c'est à dire depuis l'équateur, jusqu'au quinziéme : la seconde, depuis quinze jusqu'à trente : la troisiéme, depuis trente jusqu'à quarante-cinq : la quatriéme, depuis quarante-cinq jusqu'à soixante : la cinquiéme, depuis soixante jusqu'à soixante & dix, vous pouvez voir le grand Quarré de reduction.

PROPOSITION XXXII.

Reduire les milles d'Est & Oüest en degrez de longitude, par le Quarré.

ON ne peut pas reduire les milles d'Est & Oüest en degrez de longitude, qu'on ne sçache entre quels paralleles on a navigé. Supposons que j'ay navigé depuis la latitude de vingt degrez jusqu'à celle de trente, & que j'ay 600 milles d'Est & Oüest. Je compte depuis le poinct A, sur le costé de la latitude du quarré, dix degrez, puisque c'est là le changement de la latitude : & prenant avec le compas sur la seconde ligne des latitudes croissantes, l'intervalle depuis vingt jusqu'à trente, je le transporte sur le costé des latitudes, à commencer depuis A : je trouve qu'il va jusqu'à onze, & trois minutes. La regle de trois est, comme dix à onze, & trois minutes, ainsi 600 milles aux minutes de longitude. Je fais cette regle sur l'instrument, comptant sur le dixiéme parallele 600 milles, & faisant valoir chaque intervalle, ce que je veux : puis appliquant la regle au bout de ce nombre, je compte dans le onziéme parallele, & je trouve onze degrez, trois minutes, pour le changement de la longitude.

Comme

Comme au contraire, s'il falloit reduire les degrés en milles d'Eſt & Oüeſt, ayant pris l'intervalle depuis vingt degrés de latitude juſqu'à trente ſur les lignes des latitudes croiſſantes, & l'ayant tranſporté ſur les coſtés de la latitude, & vû qu'il arrive juſqu'à l'onziéme degré, je compte dans l'onziéme parallele, les degrés de longitude; & y appliquant la regle, elle donne dans le dixiéme, les milles d'Eſt & Oüeſt.

Si la route contenoit plus de degrés que le quarré, ce qui eſt rare, il faudroit la partager.

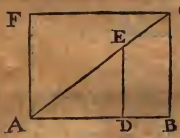
Si la Navigation avoit eſté faite entre des paralleles qui ne ſont pas dans la même ligne des latitudes croiſſantes, il la faut tranſporter à deux fois ſur le coſté des latitudes. Par exemple, ſi on avoit navigé de 25. à 35, il faudroit prendre l'intervalle de 25. à 30. dans la ſeconde ligne, & de 30. à 35. dans la troiſiéme, & les tranſporter de ſuite ſur le coſté des latitudes.

PROPOSITION XXXIII.

Reſoudre tous les Problemes nautiques par le Quarré de reduction.

COmme tous les Problemes nautiques ſe peuvent reſoudre par des regles de trois: le quarré de reduction eſt tres-propre pour le faire facilement, eſtant compoſé de lignes paralleles.

La demonſtration de toutes ces pratiques, eſt fondée ſur la ſeconde propoſition du ſixiéme Livre d'Euclide, qui porte, que ſi une ligne DE eſt parallele à BC, baſe du Triangle ABC, il y aura même raiſon de AD à AB, que de AE à AC, & DE à BC: Il eſt donc évident que le Quarré ayant des lignes paralleles à AB, & à AF, il eſt tres-propre pour faire une regle de trois. La regle mobile qui roule autour du poinct A, peut former une infinité de Triangles rectangles. Le compas de proportion pourroit auſſi ſervir pour cela.



PROBLEME I.

Les longitudes & les latitudes des deux termes eſtant données, trouver l'Angle du rumb.

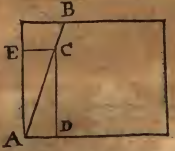
QU'un Navire parte du parallele 30. pour aller au parallele 40; que la difference des longitudes ſoit de douze degrés, quatorze minutes, je reduis cette difference de longitude en milles d'Eſt & Oüeſt, & j'en trouve ſix cens. Je compte ſur le coſté des longitudes depuis le point A, ſix cens, faiſant valoir chaque

intervalle pour dix, c'eſt à dire juſqu'à ſoixante. Je reduis auſſi la difference des latitudes à la même meſure, la multipliant par ſoixante, & j'ay auſſi ſix cens. Je compte enſuite dans le meridien ſoixante, un pareil nombre de degrés; & appliquant la regle au bout de ce nombre, elle ſe rencontre ſur l'Angle de quarante-cinq, qui eſt celuy de la quatriéme route: & je trouve dans la regle quatre-vingts-cinq, un peu plus, c'eſt à dire huit cens cinquante-deux milles.

PROBLEME II.

La latitude du terme de départ eſtant donnée, l'Angle du rumb, & la longueur du chemin, trouver la difference de la latitude, & de la longitude, & par conſequent le lieu où l'on eſt arrivé.

QU'un Navire party de la latitude de quarante degrés, coure durant quelques jours par le rumb Sud Sud-eſt, c'eſt à dire par le ſecond, & qu'il faſſe cent ſoixante & dix milles. Mettez la regle ſur la ligne du ſecond rumb, & comptez ſur la même regle que je repreſente par la ligne AB, dix-ſept parties juſqu'en C, faiſant valoir chacune, dix milles. Comptez depuis ce point C de la regle, juſqu'au point D du coſté AD de la longitude, c'eſt à dire combien de parties vous trouverez au coſté CD, faiſant valoir chacune dix: & vous trouverez cent cinquante-cinq milles. Diviſant ce nombre par ſoixante, vous aurez deux degrés, trente-cinq minutes: le coſté AD vous donnera ſept parties & $\frac{1}{2}$ c'eſt à dire ſoixante & quinze milles d'Eſt & Oüeſt, que vous reduirez en degrés par la Propoſition precedente; & vous trouverez environ un degré, & trente-huit minutes de difference de longitude. Le Navire a donc avancé vers l'Eſt, un degré, trente-huit minutes; & vers le Sud, deux degrés trente-cinq minutes: & par conſequent il eſt au treiziéme degré de latitude, & vingt-cinq minutes.



PROBLEME III.

La latitude des deux termes eſtant donnée avec le rumb de vent, trouver la longueur de la courſe, & la difference de la longitude.

ON ſe ſert de cette propoſition, pour corriger ſon eſtime. Qu'un Navire ſoit party de la latitude de cinquante degrés par le troiſiéme rumb, par exem-

ple Sud-oüest quart de Sud : & qu'aprés quelques jours ; on observe la hauteur seulement de quarante-six degrés, de sorte que la difference de la latitude soit de quatre degrés, ou deux cens quarante milles.

Mettez la regle que je represente par la ligne AB, sur le troisiéme rumb : & comptant dans le costé des latitudes deux cens quarante milles, c'est à dire faisant valoir chaque partie dix milles, comptez-en vingt-quatre, qui seront AE. Suivez le parallele EC jusqu'à la regle, qu'il coupe au poinct C : comptez les parties de la regle, depuis A jusqu'en C, & vous aurez le chemin que vous avez fait : le côté AD vous donnera $15\frac{1}{2}$ ou 153 milles d'Oüest ; & les reduisant par la Proposition precedente, vous aurez trois degrés, quarante-huit minutes de difference de longitude : ce qui suffit, pour trouver le lieu où vous estes arrivé.

PROBLEME IV.

La difference des latitudes estant donnée, & la grandeur de la course, trouver le rumb de vent.

CEtte Proposition peut servir, quand on doute du rumb par lequel on a couru, soit à cause qu'on n'a pas pû observer la declinaison de la bousole, soit pour quelqu'autre raison. Je propose le même exemple : qu'un Navire coure depuis le cinquantiéme parallele jusqu'au quarante sixiéme, & que l'estime porte deux cens soixante & dix-sept milles.

Je compte sur la regle deux cens soixante & dix sept milles, & je fais une marque dessus. Je compte ensuite depuis A sur la ligne des latitudes, quatre degrés, ou deux cens quarante milles jusqu'en E. Je tourne la regle, jusqu'à ce que la marque tombe sur le parallele EC : & pour lors la regle sera sur le troisiéme rumb. Le costé AD donnera les milles d'Est & Oüest ; & les reduisant par la proposition precedente, j'auray les degrés, & minutes de longitude.

On pourroit ajoûter deux Problemes, qui supposeroient la longitude connuë ; mais comme jusqu'à present on ne l'a pû observer, je les juge inutiles.

PROPOSITION XXXIV.

Façon de trouver le veritable poinct, quand on a couru de differentes routes.

IL arrive quelquefois qu'on court dans un jour quantité de differentes routes, chacune seulement de quelques milles ; de sorte qu'il seroit trop long de les supputer toutes en particulier. Alors je serois d'avis d'agir plûtost avec la regle & le compas, que par Arithmetique. Pour le faire avec justesse, vous pouvez composer une petite Carte d'un degré ou deux seulement, de cette sorte : prenez dans le costé des longitudes de vostre quarré, l'intervalle d'un degré, & le redoublez par exemple dix fois sur une ligne, que vous ferez valoir un degré du parallele, sur lequel vous navigez. Prenez aussi dans la ligne des latitudes croissantes, qui est au bas du quarré de reduction, un degré dans la latitude où vous estes : par exemple si vostre Navi-

gation a esté entre le quarantiéme parallele & le quarante-uniéme, prenez sur la ligne des latitudes croissantes, l'intervalle de quarante à quarante-un; & le repetant dix fois, vous en ferez un degré du meridien: de sorte que vous aurez un Rectangle, qui aura pour sa plus grande dimension, un degré du meridien; & pour la plus petite, un degré du parallele, avec la même proportion qu'ils ont en effet sur la terre, au lieu où vous estes.

Il ne vous sera pas difficile de débrouïller avec la regle & le compas, toutes les routes qu'on vous proposera, vous servant du degré du meridien pour échelle, & le faisant valoir soixante milles. Car prenant le meridien pour celuy où vous estes, comme aussi le parallele, vous placerez facilement l'endroit où vous estiez, avant que de commencer ces petites routes; ce qui est la premiere chose que vous devez faire. Par exemple, si vous estes à vingt degrés, quinze minutes de longitude, & à quarante degrés, vingt minutes de latitude: prenant le meridien qui est à l'Ouëst pour le vingtiéme, avancez vers l'Est, la valeur de quinze minutes; puis prenant la ligne d'en bas pour le quarantiéme parallele, montez vingt minutes, & vous aurez vostre point.

Pour marquer toutes les routes que vous avez couruës, ayant un petit quart de cercle de papier, divisé en huit, appliquez sa ligne Nord & Sud parallelement au meridien, & tirez une ligne par la route que vous avez tenuë, bien corrigée, c'est à dire ayant égard à la derive causée par le vent, ou par la marée: puis prenant la quantité du chemin sur le degré du meridien, que vous ferez valoir soixante milles, vous servant pour cela des divisions que vous trouverez dans la ligne des latitudes croissantes, transportez-la sur vostre rumb: ainsi les parcourant toutes, ce qui se peut faire en fort peu de temps, vous aurez le lieu, où vous auront porté toutes ces routes differentes.

Si vous sortez de ce degré pour entrer dans un autre, vous continuërez de même. Cette seule pratique, estant bien entenduë, pourroit suffire à un Pilote, pour pointer toutes les routes d'une Navigation: & il seroit plus difficile de s'y tromper, que dans les pratiques Arithmetiques.

DE L'ART DE NAVIGER.

LIVRE CINQUIÈME.

Des Cartes Hydrographiques.

LES fautes qu'on remarque dans les Cartes Marines, m'obligent à bien expliquer la nature de ces Cartes, pour les corriger plus facilement, & pour en dresser de plus justes. D'ailleurs, plusieurs Pilotes ne sçachant pointer leurs routes que sur une Carte, il est à propos qu'ils en reconnoissent toutes les especes, de peur qu'ils ne se trouvent embarassez, si on leur en presente quelques unes, faites d'une autre maniere que celles dont ils se servent ordinairement. Je ne pretens pas neantmoins rapporter icy toute la doctrine des Astrolabes, puisque ce seroit grossir inutilement ce Livre par une matiere étrangere, & qui demande un Traité particulier.

PROPOSITION PREMIERE.

La difference des Cartes Marines d'avec les Geographiques.

LA difference des Cartes Marines, & des Geographiques, se tire principalement de leur fin. Dans les Geographiques, on veut representer le globe de la Terre: & l'on ne se contente pas d'y tracer les Mers, les Isles & les Costes; mais on y place aussi les Villes & les lieux, qui sont en Terre-ferme, sans toutefois marquer les chemins, ou les routes qu'on peut tenir. On y décrit ordinairement les meridiens, pour avoir les longitudes; & les cercles paralleles à l'Equateur, pour determiner les latitudes. Entre toutes les descriptions de la Terre, le globe tient la premiere place, n'y ayant rien de plus semblable à un globe, qu'un globe même. Tous les Astrolabes sont autant de differentes peintures, qu'on peut placer l'œil qui la regarde en de differens endroits.

La fin des Cartes Marines, est de representer les Mers pour la Navigation; ainsi on ne se met pas en peine de marquer les Villes qui sont en Terre-ferme, mais seulement la Mer, les Costes, les Ports, les Ecueils, les Bancs de sable, les Seches & les Gol-

phes : Outre les meridiens & les cercles de latitude, on y décrit les lignes des rumbs de vents ; & elles seroient tres-parfaites, si elles pouvoient servir à resoudre facilement tous les problemes nautiques ; c'est à dire, à trouver le lieu où l'on est arrivé, la route qu'on doit tenir, & toutes les autres circonstances de la Navigation.

PROPOSITION II.

Du Globe.

IL est certain que le Globe materiel estant plus semblable au Globe de la Terre, qu'une carte plate, peut aussi en representer plus naïvement toutes les parties, leur donnant une juste grandeur, & des proportions naturelles. Neantmoins, ou le Globe sera tres-grand, ou mediocre : S'il est si grand, qu'on puisse travailler dessus, il sera trop embarassant dans un Navire : Que s'il est plus petit, on n'y pourra pas marquer les particularités qui sont necessaires à la Navigation ; de sorte que la pointe du compas, emportera la navigation d'un jour.

Le Pere Riccioli avoit tâché de remedier à ce defaut, inventant des Cartes un peu convexes, colées sur du carton de même forme. Il vouloit que ces Cartes fussent les parties d'un grand Globe de trente-six pieds de diameure, & que chaque degré eust environ trois poulces de longueur.

Mais ces Cartes convexes ne seroient pas si propres pour la Navigation loxodromique, estant difficile d'y marquer les rumbs des vents : & quoy qu'on pust marquer une rose de vents dans chaque Carte par les Tables loxodromiques, on auroit de la peine à se conduire par cette rose, les rumbs n'y estant pas marquez par des lignes droites ; mais par des spirales, ou circulaires.

PROPOSITION III.

De la Navigation circulaire par des Cartes convexes.

SUpposant les Cartes convexes dont j'ay parlé dans la Proposition precedente, qui ayent les meridiens marquez de degré en degré pour le moins, aussi bien que les cercles de latitude. On doit avoir un petit cercle de papier huilé, divisé en trente-deux rumbs de vents ; & si on veut, en degrés. Ayant trouvé sur la Carte, le lieu d'où l'on part, & celuy où l'on veut aller, il faut tirer une ligne de l'un à l'autre, qui coupera plusieurs meridiens, & qui representera le cercle de position, par lequel on doit aller. Appliquant ensuite le centre de la petite rose de papier huilé, sur le poi & d'où on part ; & la ligne Nord & Sud sur le meridien, il faut mesurer l'angle que fait le cercle de position avec le meridien. On en fait de même à tous les meridiens qu'il coupe, pour sçavoir quelle route on doit tenir. On pourroit de même façon resoudre tous les autres problemes nautiques : mais comme on n'a point encore fait de semblables Cartes, je croy qu'il seroit inutile de m'y arrester davantage.

PROPOSITION IV.

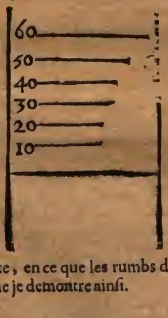
Des Cartes plates en general.

LEs meridiens dans les Cartes ordinaires, sont representez par des lignes paralleles, divisées en parties égales ; de sorte que les degrés des meridiens sont égaux à ceux de l'équateur. Les cercles de latitude y sont marquez par des lignes paralleles à l'équateur. On demande si ces Cartes sont justes, ou si elles peuvent causer de l'erreur.

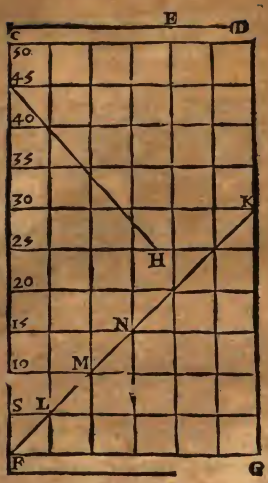
Je dis premierement qu'elles sont fausses ; parce que les meridiens sur le Globe de la Terre, ne sont pas paralleles, mais s'unissent dans les Poles. Et quoique la faute ne soit pas considerable, quand on ne prend qu'une petite partie de la Terre ; elle s'augmente beaucoup, quand la Carte en comprend une plus grande partie.

Secondement, le parallelisme des meridiens rend tous les cercles de latitude, égaux à l'équateur ; & par consequent la longitude des païs fort éloignez de l'équateur trop étenduë. Ce qui pourroit mettre en danger un Pilote ignorant, lequel compteroit autant de milles dans chaque degré d'un parallele, que dans un de l'équateur ; & croiroit avoir encore beaucoup à courir, quand il donneroit à terre.

Je sçay bien qu'on pourroit corriger ce defaut, en se servant d'une plus grande mesure, pour sçavoir le nombre des milles dans un parallele, que pour mesurer l'équateur ; mais la correction ne seroit pas entiere : Car quoy qu'en se servant d'une plus grande mesure, on rencontre le veritable nombre des milles dans le parallele, il faudroit pour les degrés du meridien, avoir la même mesure, que pour l'équateur ; & à proportion qu'une route s'éloigneroit, ou s'approcheroit plus du meridien, ou du parallele, il faudroit avoir des mesures, plus ou moins égales à celles de l'équateur, ou du meridien ; ce qui seroit tres-difficile à determiner.



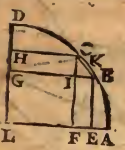
Le principal defaut consiste, en ce que les rumbs de vent ne peuvent s'y marquer par des lignes droites. Ce que je demontre ainsi.



Qu'un Navire estant au poinct F de l'équinoctial de la terre, doive aller au poinct K : la ligne FK comprend avec le meridien CF, l'angle CFK de quarante-cinq degrés. Or cette ligne n'est pas une loxodromie, quoy qu'elle fasse sur la Carte, le même angle de quarante-cinq degrés avec tous les meridiens. Car nous avons veu dans la Proposition VII. du Livre precedent, que les segmens égaux de la loxodromie, ne donnoient pas un changement de longitude, égal en degrez & minutes ; & que dans les paralleles plus éloignez de l'équateur, la longitude se changeoit davantage : or les segmens égaux FL, LM, MN donnent des changemens de longitude égaux ; donc la ligne FK ne represente pas un rumb de vent.

Il est vray qu'une Carte qui ne contiendroit que quelques degrés de latitude, comme par exemple celle de la Mediterranée, qui ne s'étend que du trente uniéme degré de latitude au quarante-deuxiéme ; excepté dans le Golphe de Venise, pourroit estre assez juste, les rumbs de vent estant marquez par des lignes droites : mais aussi il faudroit que les degrez du meridien, fussent plus grands que ceux des paralleles : Et pour determiner la juste grandeur des uns & des autres, il faudroit prendre à discretion la grandeur d'un degré du meridien, par exemple AL, & décrire le quart de cercle ABCD. Et parce que, comme j'ay dit, la Mer Mediterranée s'étend depuis le trente-uniéme degré de latitude jusqu'au quarante deuxiéme, le trente-septiéme parallele sera celuy du milieu : prenant donc l'arc AB de trente-sept degrez, & tirant la ligne BG parallele à AL : si vous faites les degrez du meridien égaux à AL, les degrez des paralleles seront égaux à BG.

Demonstration.



Demonſtration. Les degrés du meridien ſont égaux aux degrés de l'équateur : or les degrés de l'équateur au degré du parallele 37, ont la meſme raiſon que le Sinus total AL, au Sinus du complement BD, qui eſt BG. Donc les degrés du meridien ont meſme raiſon aux degrés du parallele 37, & des autres qui luy ſont voiſins, comme AL à BG.

Coroll. Je conclus de là, que les Cartes non reduites, c'eſt à dire qui ont les degrés du meridien égaux à ceux des paralleles, ſont fautives, & ne peuvent ſervir que pour voir la longitude, & la latitude des païs ; mais non pas pour pointer les routes, & reſoudre les Problemes nautiques.

PROPOSITION V.

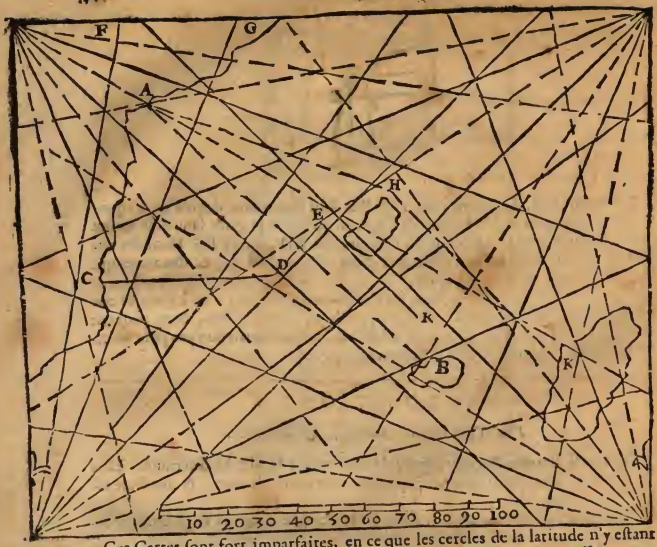
Des Cartes par routes, & diſtances.

ON ne ſe ſert que de cette eſpece de Cartes, ſur la Mer Mediterranée. Elles n'ont point d'autres lignes, que celles des rumbs de vent, & une ſeule eſchelle de milles.

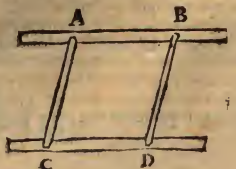
L'uſage de ces Cartes eſt fort facile, & conſiſte dans les Problemes ordinaires.

Le premier ſera de dire le rumb de vent, qu'on doit tenir pour aller d'un lieu à l'autre, & le nombre des milles qu'on doit faire. Par exemple, voulant aller de A en B, imaginez-vous la ligne AB, & remarquez à quelle ligne de rumb, elle eſt parallele : ce que l'on eſſaye, étendant un compas depuis le poinct A, juſques à la ligne du rumb, qu'on croit eſtre parallele à AB ; & ce, à angles droits. Car ſi faiſant couler le pied du compas le long de la ligne AB, l'autre décrit la ligne du rumb propoſé, par exemple celle du Sud-eſt quart du Sud ; ce ſera ce rumb, duquel il faudra ſe ſervir. Enſuite prenez la ligne AB avec le compas, & la tranſportez ſur l'échelle, vous aurez les milles que vous devrez faire.

Le ſecond uſage eſt pour pointer la Carte, & déterminer le lieu où l'on eſt arrivé ; ce qui ſe fait avec deux compas. Par exemple, qu'un Navire eſtant party du poinct A, ait fait ſoixante & quatorze milles par Eſt Sud-eſt : prenez ſur l'échelle ſoixante & quatorze milles avec un des compas, & étendez l'autre depuis le poinct A juſques à la ligne d'Eſt Sud-eſt la plus voiſine. Faites couler un des pieds du compas le long du rumb, l'autre pied décrira une ligne parallele à ce rumb, qui paſſera par le poinct A. Mettez enſuite le pied de l'autre compas qui porte les milles, au poinct A ; & prenez dans cette parallele le ſegment AE de ſoixante & quatorze milles, le poinct E ſera celuy auquel le Navire eſt arrivé.



Ces Cartes sont fort imparfaites, en ce que les cercles de la latitude n'y estant pas marqués, on ne peut pas corriger son estime par la hauteur. Aussi, encore que j'aye navigé presque par toute la Mediterranée, je n'ay jamais vû, que les Pilotes de Marseille prissent hauteur. Dans la plûpart de ces Cartes, on y marque tant de roses de vents, qu'on peut facilement prendre l'une pour l'autre. Pour moy, je n'en voudrois pas tant; mais aussi je me voudrois servir d'un parallelogramme composé de quatre regles, pour tirer des lignes paralleles. Car si la regle AB est posée sur le terme du départ, & sur celuy de l'abord; & qu'on remuë la regle CD, jusqu'à ce qu'elle tombe sur une ligne de rumb, on trouvera facilement celle qui luy est parallele. On se peut encore servir d'une rose, ou d'un quart de rose de vents, tracée sur du talc ou sur de la corne, ou sur quelque autre matiere transparente.

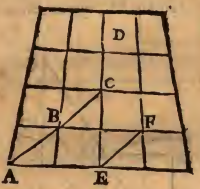


PROPOSITION VI.

Des Cartes reduites en general.

I'Ay expliqué dans la Proposition IV. le defaut des Cartes, où les meridiens estant paralleles, avoient des degrés égaux à ceux des cercles paralleles à l'équateur : ce qui n'estant pas conforme au globe, ne nous permettoit pas de faire une juste comparaison de ces degrés.

On a tâché de corriger ce defaut, en reduisant les Cartes de plusieurs façons. Premierement on a fait les meridiens un peu inclinez, & s'approchant l'un de l'autre en allant vers les Poles. Mais cette correction n'est pas exacte, ny utile à la navigation : car il est impossible de tirer les meridiens, ensorte que les paralleles qui les coupent, soient également éloignez l'un de l'autre, & décroissent de la mesme façon, que les degrés des paralleles s'amoindrissent sur le globe : parce que les premiers paralleles de la terre sont presque égaux à l'équateur, & ne décroissent presque point, & les autres plus éloignez décroissent tres-sensiblement. De plus, selon cette reduction, les paralleles ne font pas des angles égaux avec tous les meridiens ; & par consequent, les lignes des rumbs ne peuvent faire les mesmes angles avec eux : par exemple, la ligne ABC ne fait pas des angles égaux avec les meridiens : ainsi nous n'avons plus aucune regle pour les tirer. Or ces lignes des rumbs sont tres-considerables dans la navigation, & on en doit faire un grand état.



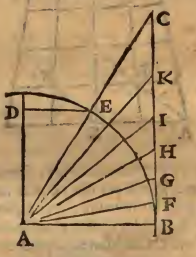
On peut faire d'autres reductions ; comme, si nous tirons les paralleles par des lignes droites, & les meridiens par des ellipses : mais nous tombons dans la mesme faute, c'est à dire que les loxodromies ne pourroient pas se tirer par des lignes droites, qui fissent des angles égaux avec tous les meridiens. Il faut donc poser pour principe, qu'une Carte Marine, pour estre utile & commode, doit necessairement avoir les meridiens paralleles.

PROPOSITION VII.

La vraye reduction d'une Carte, par les latitudes croissantes.

IL faut, comme je viens de dire, que les meridiens d'une Carte Marine soient paralleles entr'eux : car de cette sorte, si une ligne droite les coupe, elle fera des angles égaux, (*par la 28. du 1. d'Eucl.*) selon la nature, & la definition des lignes loxodromiques.

Secondement, il est necessaire que les degrés des meridiens de la Carte, ayent la mesme proportion avec les degrés des paralleles voisins, qu'ils ont dessus le globe de la terre : & parce que nous faisons les degrés des paralleles, égaux à ceux de l'équateur, (ce qui suit du parallelisme des meridiens,) il faut agrandir les degrés des meridiens par dessus ceux des paralleles voisins, selon la proportion qu'ils ont entr'eux. Or nous avons vû dans le Livre precedent, qu'un degré d'un parallele a mesme raison à un degré de l'équateur, ou du meridien, que le Sinus du complement de sa latitude, au Sinus total : Et que par la Trigonometrie, il y a mesme raison du Sinus du complement d'un arc, au Sinus total, que du Sinus total à la secante de l'arc. Par exemple, prenons l'arc BE, le Sinus de son complement sera DE ; la secante de l'arc BE, sera AC. Or les deux triangles ADE, ABC sont équiangles, les lignes DA, BC estant paralleles : donc il y a mesme raison de DE au Sinus total AE, que du Sinus total AB, à la secante AC



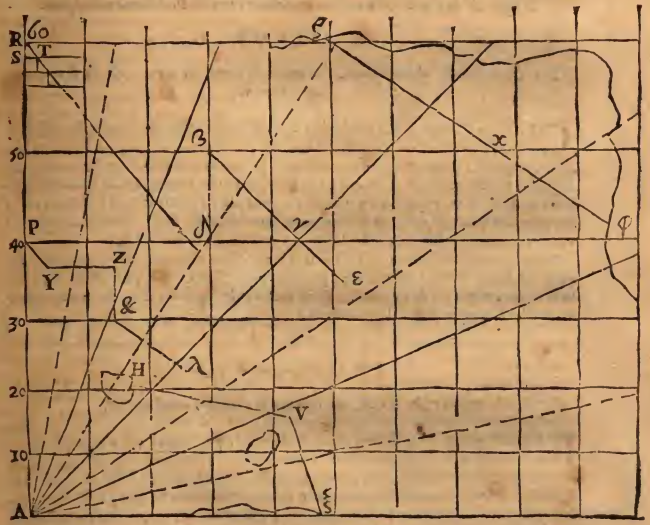
Pour garder la mesme proportion, puisque nous agrandissons les degrés des paralleles, les faisant égaux à ceux de l'équateur, il faut aussi agrandir ceux des meridiens.

Que la ligne AB soit un degré de l'équateur. Ayant décrit un quart de cercle, divisez-le en degrez ; & ayant tiré la Ligne BC, parallele à la ligne AD, tirez des secantes AF, AG, AH, AI, AK, AC, & les autres, jusques au soixan-

tiéme degré : puis tirez par chaque degré de l'équateur des lignes paralleles, qui ſervent de meridiens. Le premier degré du meridien depuis l'équateur, allant vers les Poles, ſera égal à la ligne AB : le ſecond ſera égal à la ſecante AF ; le troiſiéme à la ſeconde ſecante AG, & ainſi des autres juſqu'au ſoixantiéme. Qui voudroit aller plus exactement, pourroit ſoûdiviſer un degré de dix, en dix minutes ; neanmoins je croy que pour une Carte, il ſuffira de la diviſer par chaque degré.

J'ay démontré dans le Livre precedent, ſur quel principe eſtoit fondée cette Carte, & qu'elle eſtoit tres-juſte, les loxodromies y eſtant marquées par des lignes droites ; ce qui eſt fort commode, pour pointer les routes.

On peut donc marquer dans celle-cy les roſes des vents, au moins une en chaque Carte. On pourroit meſme ſe ſervir d'un petit quart de roſe, diviſé en huit parties : mais parce que les Pilotes ſont accoûtumez aux Cartes, qui ont des roſes des vents ; & qu'ils eſtiment les plus commodes, celles qui en ont davantage ; il vaut mieux en tracer pluſieurs.



La vraye échelle des milles ou lieuës pour cette Carte, ſera le degré du meridien, lequel, de quelque grandeur qu'il ſoit, vaudra toûjours ſoixante milles, ou vingt lieuës Françoiſes : quoy que les Cartes ordinaires de la Mediterra-

née, donnent soixante & quinze milles d'Italie à un degré. Je veux dire, que si nostre navigation a esté entre deux paralleles, par exemple entre le trentiéme & le quarantiéme, les degrés du meridien qui seront entre ces mesmes paralleles, serviront d'échelle, pour mesurer la course. Ainsi nous servant d'une échelle qui represente les milles par une plus grande ligne, à mesure que nous nous éloignons de l'équateur, nous trouverons moins de milles dans les paralleles plus proches du Pole. D'où je conclus que, quoy que nous ayons agrandi les degrés des paralleles & des meridiens en apparence, ils ne le sont pas en valeur de milles, parce que nous representons aussi les milles par une plus grande ligne, & nous nous servons d'une plus grande mesure.

PROPOSITION VIII.

Usages de la Carte reduite, pour resoudre tous les Problemes nautiques.

PROBLEME I.

Les deux termes estant donnez, trouver le rumb de vent, & la longueur du chemin.

CEt usage est tout-à-fait semblable à celuy des Cartes par routes & distance. Imaginez-vous une ligne tirée du lieu du départ, à celuy où l'on pretend aller: regardez à quelle ligne de rumb elle se trouve parallele; ce sera celuy par lequel il faudra conduire le Navire. Ou bien, appliquez un quart de rose de vents: Par exemple, si vous partez du poinct ♀, pour aller au poinct ♃, appliquez en ♀, le centre du quart de rose, de sorte que la ligne Nord & Sud, soit le meridien ♀ ♃: vous verrez incontinent que la ligne ♀ ♃ rombe sur le Sud-est.

Pour sçavoir la distance, il faut se servir des degrez du meridien, qui sont depuis soixante jusqu'à cinquante, pour mesurer le segment ♀ *x*: & de ceux qui sont entre cinquante & quarante, pour mesurer le segment *x* ♃, donnant soixante milles à chaque degré du meridien.

PROBLEME II.

Pointer la Carte, ou trouver le lieu où l'on est arrivé.

JE suppose qu'on vous donne le rumb de vent, par lequel on a navigé, & le nombre des milles qu'on a faits. Par exemple, estant party de P, qui est au quarantiéme degré de latitude; si on a couru par le rumb Est Sud-est, qui est le sixiéme, & qu'on ait avancé un certain nombre de milles, comme si les trois premieres heures, on avoit fait dix milles en chacune, les quatre suivantes huit, les cinq suivantes 7, &c. & que r'amassant tous ces milles, on trouve 193. milles. Appliquant sur le poinct P, la petite rose, tirez la ligne PY par l'Est Sud-est: prenant ensuite entre les pieds du compas, 193 milles sur l'échelle, c'est à dire sur les degrés du meridien, au poinct 30, transportez-les en PY. Je dis que le

poinct Y est celuy, où vous estes arrivé. Si les jours suivans on a changé de route, il faudra faire la mesme chose en cette seconde route.

PROBLEME III.

La latitude des deux termes estant donnée, & la longueur du chemin, trouver le rumb de vent, & le lieu où l'on est arrivé.

CE Probleme sert de correction au rumb qu'on a tenu. Je suppose donc qu'on ait pris hauteur au lieu où l'on est arrivé, & qu'on soit asseuré du chemin qu'on a fait; mais on doute, si en effet on a couru par le mesme rumb, que la bousole a donné. Par exemple, qu'on soit party du poinct β qui estoit au parallele 50; & qu'aprés plusieurs jours de navigation, on ne trouve plus que quarante degrés de latitude, ayant couru toûjours par le mesme rumb, de sorte que l'estime, à laquelle je me fie plus qu'à ma route, parce que je n'ay pû observer la declinaison de la bousole, porte huit cens milles: Je prens huit cens milles sur l'échelle, c'est à dire sur les degrés du meridien, qui sont de quarante à cinquante: puis mettant le pied du compas en β, je fais un arc de cercle, qui coupe le parallele 40. au poinct γ; ce sera le lieu auquel je suis arrivé. Et prenant garde à quel rumb de vent cette ligne $\beta\gamma$ est parallele, je connoistray celuy par lequel j'ay couru.

PROBLEME IV.

La latitude des deux termes estant connuë, & le rumb de vent, trouver le lieu où l'on est arrivé.

JE suppose pareillement que je parte du poinct β, qui est à cinquante degrés de latitude, & qu'aprés plusieurs jours de navigation par le Sud-est, je prens hauteur, & je ne trouve plus que quarante degrés de latitude. On demande le lieu où je suis arrivé. Je tire la ligne $\beta\gamma$ parallele à la ligne du Sud-est, marquée dans une des roses de vents, qui sont sur la Carte, & je la prolonge jusqu'à ce qu'elle coupe le parallele de quarante, & je trouve le poinct γ, auquel je suis arrivé. Mesurant ensuite la ligne $\beta\gamma$ par les degrés, qui sont depuis quarante jusqu'à cinquante, j'auray la quantité des milles que j'ay courus.

Les autres Problemes qui suppose nt que la difference des longitudes est connuë, sont fort inutiles, puisque nous n'avons pas encore la façon de l'observer.

PROPOSITION IX.

La façon de corriger les Cartes.

LA plûpart des Cartes Marines sont pleines de fautes, particulierement celles de la Mer Mediterranée; ce qui vient de l'ignorance des Pilotes, qui ne prenant jamais hauteur, ne peuvent sçavoir la latitude des pays: d'ailleurs n'ayant point d'égard à la declinaison de l'aymant, ils font des routes presque toutes fausses; & n'estimant que grossierement le chemin qu'ils font, ils ne peuvent déterminer les distances des lieux: enfin ne levant jamais le plan des costes, ils n'en ont des descriptions, que bien imparfaites. Je ne m'étonne pas si les Cartes sont fautives sur des rapports si peu fideles, ne mettent aucun lieu en sa place; & si les pays qui sont en effet sous le mesme parallele, sont marquez dans des differentes latitudes. Ainsi vous verrez que dans les Cartes qu'on vend à Marseille, Constantinople & Venise, y sont à peu prés au mesme degré de latitude, quoy que Constantinople soit à quarante-un degré, & un quart de latitude, & Venise à quarante-cinq. Je pourrois remarquer une infinité de semblables béveuës. On peut corriger ces erreurs, & perfectionner les Cartes de la mesme façon, qu'on trouve le lieu où le Navire est arrivé: c'est à dire, premierement par l'observation juste de la route qu'on a tenuë, qu'il faut corriger, en observant la declinaison de la bousole: secondement, par l'estime methodique du chemin que fait le Navire; troisiémement, par les hauteurs ou latitudes. Ce sont-là les trois principes, sur lesquels roule toute la navigation.

Supposons donc que je commence par la montagne de Gilbratar. Ayant observé exactement sa latitude, je la place sur un meridien d'une Carte reduite. Je navige depuis la montagne de Gilbratar, jusqu'au cap de Gate, & j'observe que ç'a esté par Est quart de Nord-est, 204 milles: Je tire sur ma Carte une ligne blanche, qui soit parallele au rumb Est quart de Nord-est, dans laquelle je prens 204 milles, & je regarde à quelle latitude tombera ce cap de Gate. Pour sçavoir si j'ay bien operé, je prens hauteur au cap de Gate, si je trouve qu'elle est la mesme que mon rumb, & ma distance m'avoient donnée, je dois estre content. Sinon la correction est necessaire.

On doit remarquer que dans le septiéme rumb, il faut beaucoup deferer à la distance, parce que la moindre faute en latitude, porte loin.

Depuis le cap de Gate jusqu'au C. Palo, j'auray couru par Nord-est quart de l'Est, c'est à dire le cinquiéme rumb, quatre-vingts dix-sept milles. Ayant tiré une ligne occulte parallele au rumb proposé, je regarde si dans la Carte, ce poinct tombe sur la mesme hauteur que celle que j'observe, estant arrivé à ce cap. Ainsi on peut corriger la Carte entiere, allant seulement de cap en cap. Pour ce qui est de l'entre-deux, il faudroit lever le plan des costes, par les pratiques que je donneray au septiéme Livre.

Si on veut agir avec exactitude, quand il arrive que de dessus une montagne, on découvre quelque cap éloigné, la ligne visuelle n'est pas une loxodromie, mais un cercle de position. Ainsi, pour juger du lieu où vous devez placer ce cap, il faut plûtost agir par trigonometrie spherique, cherchant sa longitude & sa

la latitude, que de le faire sur la Carte par les lignes loxodromiques. Il est vray que si la distance n'est pas grande, on ne s'en doit pas mettre en peine.

On peut demander si une Carte faite seulement par routes & distances, sans avoir égard à la declinaison de la bousſole, pourroit estre bonne ; & si on pourroit s'en servir, negligeant entierement cette declinaison. Je répons qu'une Carte semblable est tout-à-fait impossible, parce que la declinaison estant differente dans de differens pays, si on les plaçoit tous suivant leurs rumbs, eu égard à un, ils seroient mal situez à l'égard de l'autre. De plus, puisque la declinaison change dans le mesme pays, (comme icy à Paris elle estoit de huit degrés Orientale, il y a cinquante ou soixante ans, & maintenant elle se trouve Occidentale de prés de trois degrés, ce qui fait une difference d'un rumb de vent ;) la Carte qui seroit bonne dans un temps, ne vaudroit rien dans un autre.

DE L'ART DE NAVIGER.

LIVRE SIXIE'ME.

De l'eſtime corrigée par la latitude.

J'Entens par le mot d'eſtime, le jugement que nous portons du ſillage, & du chemin que le Navire a fait pendant un certain temps, ce qui eſt tres-important dans la Navigation, & qui luy ſert comme de principe. La difficulté qui ſe rencontre à faire l'eſtime juſte, eſt plus grande qu'on ne s'imagine : c'eſt pourquoy j'employeray tout ce Livre, pour enſeigner les pratiques ordinaires ; & pour les perfectionner, en y ajoûtant quelque choſe de nouveau.

PROPOSITION PREMIERE.

Qu'eſt-ce que mille.

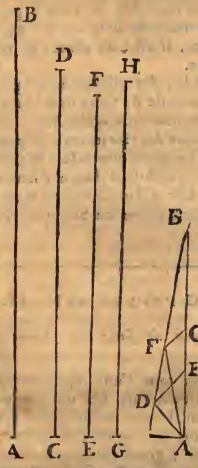
LA diverſité des meſures fait de l'embarras dans cette matiere, & a meſme cauſé quelques naufrages. Je ſçay qu'un Capitaine Genois s'eſtant ſervy d'une meſure, qui ne donnoit que ſoixante milles dans un degré, & d'une Carte faite ſur le pied de ſoixante & quinze milles par degrés, comme on les fait ordinairement ſur la Mediterranée, échoüa miſerablement, ſe croyant encore bien éloigné de la terre.

Il eſt aſſeuré que le mille contient mille pas, le pas Geometrique contient cinq pieds ; ainſi un mille contient cinq mille pieds : mais le pied eſt different, ſelon la diverſité des pays. C'eſt pourquoy, pour oſter toute ſorte de doute, je croy que nous devons nous ſervir d'une meſure ſtable, & qui ne dépende pas de la volonté des hommes. Un degré de la terre ſera cette meſure, que je diviſe en ſoixante minutes : & parce qu'une minute approche fort d'un mille, j'appelle un mille, une minute d'un degré, pris dans un grand cercle de la Terre. Le pas Geometrique pris ſur ce mille, que j'appelleray Pas terreſtre, contiendra cinq pieds Geometriques. Il reſte à déterminer la grandeur de ce pied.

Le Pere Riccioli trouve par ſes obſervations 6315 8 pas, pris ſur le pied de Bo-

logne. Snellius en trouve seulement 54355 milles, un peu moins. Messieurs de l'Academie Royale des sciences, n'en trouvent que 58481.

Pour moy, je mets 60000 pas de Bologne, pour un degré de terre. Voicy la longueur des quarts de pied.



C D, le quart de pied de Paris.
A B, le quart de pied de Bologne.
E F, le quart de pied Rynlandique.
GH, le quart de pied Romain, du temps de Vespasien.

Si le pied de Paris est divisé en quatorze cens quarante parties, le pied Rynlandique en contient treize cens quatre-vingts-dix : le pied de Londres treize cens cinquante, le pied de Bologne seize cens quatre-vingt six.

Un pendule ayant la vibration simple d'une seconde, est de trente-six pouces & huit lignes & demie du pied de Paris.

Le mesme pendule qui fait une vibration simple dans une minute seconde, c'est à dire qui en fait trois mille six cens par heure, contient de parties quatre mille trois cens cinq, selon la mesure proposée du pied de Paris, c'est à dire trente-six pouces & huit lignes & demie.

Celuy qui en fait trois mille six cens composées dans une heure, contient de parties $1076\frac{1}{4}$, c'est à dire 9. pouces, 2. lignes & $\frac{1}{8}$ de ligne du pied de Paris.

Le pied de Bologne que je prens pour un pied terrestre ; de sorte que cinq pieds de Bologne fassent un pas Geometrique, & soixante mille pas, un degré, fait par heure 5752 vibrations simples.

Je croy avoir assez déterminé la grandeur d'un mille terrestre, qui n'est autre que mille pas, composez de cinquante mille pieds de Bologne. Quoy que je donne icy la grandeur d'un quart de pied, si on le veut avoir plus exactement, on prendra un filet, au bout duquel on attachera une balle d'arquebuse, & on en fera un pendule, ensorte que depuis le poinct de suspension jusqu'au centre de la balle, il y ait quatre fois la ligne AB. Si vous la prenez juste, ce pendule fera dans une heure 5752 vibrations simples. S'il en fait moins, il est trop long : s'il en fait davantage, il est trop court ; & vous trouverez sa vraye longueur par cette Proposition.

Comme le quarré du nombre des vibrations du pendule A, au quarré du nombre des vibrations du pendule B, faites dans le mesme temps : ainsi la longueur du pendule B, à la longueur du pendule A.

Que si vous cherchez le nombre des vibrations d'un pendule, faites ; comme la longueur du pendule A, à la longueur du pendule B : ainsi le quarré du nombre des vibrations, que fait le pendule B dans une heure, au quarré du nombre des vibrations que fait le pendule A dans le mesme temps.

J'ay démontré cette proposition dans ma Statique. Ainsi je ne m'y arreste pas davantage.

PROPOSITION II.

Premiere façon de faire une bonne estime.

LEs Vaisseaux ne vont pas tous d'une mesme viteſſe, quoy qu'ils soient poussez par un vent également fort. Les uns sont meilleurs volliers que les autres : & tel qui va tres-bien de vent derriere, ne sçauroit aller de bouline, ainsi que l'on experimente dans les saïques Turquesques. On ne sçait souvent d'où vient qu'un Vaisseau a un si grand avantage sur un autre : car il arrive ordinairement que de deux Bâtimens qui sont faits sur le mesme modele, & par le mesme Maistre, l'un sera plus pesant que l'autre. Le mesme Navire chargé bien à propos, avancera beaucoup plus que si sa charge n'estoit pas rangée comme il faut : & j'ay vû une Galere, qui couroit avec plus de viteſſe, quand on avoit avancé son courſier bien avant sur la prouë, que quand il estoit en arriere. Il est aussi tres-certain qu'un Navire sale, & auquel on n'a pas donné le suif depuis longtemps, ira beaucoup plus lentement, & perdra une cinquiéme ou sixiéme partie de sa viteſſe. D'où je conclus qu'on ne peut porter un jugement asseuré du chemin que fera un Vaisseau, si on ne l'a éprouvé. Cela se peut faire aisément, premierement quand on ne s'écarte pas beaucoup des costes, prenant garde à toutes les circonstances, si le vent est derriere, s'il est de quartier, ou de bouline ; si on se sert de toutes les voiles, ou seulement d'une partie ; si le vent est fort, ou s'il est foible.

Secondement, si on court du Nord au Sud, on peut remarquer combien on change de latitude en vingt quatre heures, donnant soixante milles par degrez.

En troisiéme lieu, par quelque autre rumb que ce soit, on peut sçavoir combien donne de milles, le changement d'un degré de latitude, qui est de 6;

milles $\frac{1}{5}$ pour le premier rumb : $64\frac{1}{5}$ pour le second : 72. pour le troisiéme : $84\frac{1}{5}$ pour le quatriéme : 108. pour le cinquiéme : $156\frac{4}{9}$ pour le sixiéme : $307\frac{1}{5}$ pour le septiéme.

Cet essay qu'on fait d'un navire, aide beaucoup pour faire par apres une estime juste.

PROPOSITION III.

Seconde façon de faire l'estime du chemin.

CEux de Marseille ordinairement prennent garde à la viteſſe de l'eau, qui coule le long des flancs du navire : Ils croyent que, puis que nous ne pouvons remarquer le mouvement du corps dans lequel nous sommes portez, que par ce'uy de l'eau, laquelle semble courir de proüe en pouppe; sa viteſſe apparente sera égale à celle du vaiſſeau. Ainsi j'en ay veu qui asseuroient que si on jette quelque bois en mer vers la proüe, & qu'en courant vers la pouppe, on voye toûjours ce bois à coſté de soy, le vaiſſeau va auſſi viſte que la poſte, & fait environ 6. milles dans une heure. Que si le bois demeure en arriere, le vaiſſeau en fait moins; s'il avance plus que celuy qui court, il en fait davantage. Quoy que j'aye fait 800. lieuës dans un vaiſſeau de Marseille, je n'ay jamais veu qu'une seule fois faire cette experience; auſſi je la croy fort groſſiere, & peu exacte. Il eſt vray que l'eſtime qu'ils font, eſt fondée en partie sur le cours de l'eau, & j'ay remarqué qu'interrogeant l'un apres l'autre deux pilotes, touchant le chemin qu'on faiſoit par heure, celuy qui eſtoit en proüe, donnoit pour l'ordinaire un mille, & quelquefois deux de plus que celuy qui eſtoit en pouppe; peut eſtre parceque la proüe reſiſte à l'eau, & fait davantage paroiſtre son mouvement. On peut auſſi fonder son eſtime sur le port des voiles, sur la force des vens, & sur les autres circonſtances: Mais quoy qu'un long uſage puiſſe beaucoup aider, neanmoins l'experience fait voir que les pilotes les plus habiles se trompent aſſez souvent, je ne dis pas seulement de quelques milles, mais méme quelquesfois de davantage, sur une courſe de 6. ou 7. jours; de sorte que leur eſtime les met désja dans le port, quand ils en sont bien éloignez.

PROPOSITION IV.

Methode des Anglois pour faire l'eſtime du chemin.

LEs Anglois obſervent de temps en temps le chemin que fait le navire, & ils se servent pour cela d'un petit poudrier, qui dure preciſément une demy-minute, & d'une corde diviſée par des nœuds autant que je me puis souvenir, de 7. en 7. toiſes, au bout de laquelle ils attachent un morceau de bois d'un pied de long, de la figure d'une petite barque, & chargé de plomb pour le rendre plus ferme. La corde eſt ramaſſée dans un tour, afin de la pou-

voir devuider avec plus de facilité : L'observation se fait en pouppe de cette sorte; On jette le bois en mer, & on laisse filer une vingtaine de toises inutiles, avant que de compter, de peur que la hauteur de la pouppe ne rende l'observation fausse. Dés qu'on est arrivé aux nœuds, on tourne le poudrier, laissant filer doucement la corde, sans tirer le bois apres soy, jusques à ce que le poudrier ait coulé. On compte le nombre des nœuds qui ont passé pendant ce temps, qui sera le méme que celuy des milles que le navire fera chaque heure, si le vent souffle avec même force.

Ie dis que pour réussir par cette methode, il faut que la division de la corde soit de huit pas terrestres, ou de Bologne, & $\frac{1}{3}$ qui est la cent vingtiéme partie d'un mille. La raison en est evidente, si le navire fait dans une demy-minute 8. pas $\frac{1}{3}$ il en fera cent & vingt fois davantage dans une heure.

PROPOSITION V.

Autre Methode pour estimer le chemin.

POur ajoûter quelque chose de mon invention à la methode Angloise, & la rendre plus facile, au lieu d'un poudrier d'une demi minute, qu'on ne trouve pas par tout, il faut avoir un pendule d'une minute seconde; j'entends un filet de la longueur de 3. pieds & 8. lignes $\frac{1}{2}$ du pied de Paris, auquel on ajoûte une bale d'arquebuse, prenant sa longueur jusques au centre de la balle Ce pendule fait 3600. vibrations simples dans une heure. Ou si vous la voulez plus petite, sa quatriéme partie, qui est de 9. poulces 2. lignes $\frac{1}{8}$ donne un pendule, qui fera 3600. vibrations composées, c'est à dire aller & venir, dans une heure. Il faut aussi diviser la corde en pas geometriques pris sur le pied de Bologne. Iettez donc le bois en mer, laissant filer une vingtaine de toises sans compter : & dés que vous serez arrivé aux divisions, lâchez la corde & le pendule, & comptez 36. vibrations simples, si c'est un pendule de trois pieds & huit lignes $\frac{1}{2}$; ou 36. composées, si vous vous servez du petit de 9. poulces 2 lignes $\frac{1}{8}$ de ligne. Dés que les 36. vibrations seront achevées, arrestez la corde, & au nombre des pas geometriques qui auront passé, ajoûtez deux zero, & vous aurez le chemin du navire par heure, si le vent demeure le méme; par exemple, si vous trouvez 57. pas, ajoûtez deux oo. & vous aurez 5700. pas geometriques.

La demonstration & facile, si pendant la centiéme d'une heure, c'est à dire 36 secondes, le navire fait 57. pas, il en fera cent fois autant dans une heure. Or pour multiplier par cent, il ne faut qu'ajoûter deux oo. Donc cette pratique est bonne.

PROPOSITION VI.

Methode des Anciens, pour estimer le chemin.

LEs Anciens, comme raporte Vitruve, ajoûtoient des roües aux costez du navire, lesquelles à la rencontre que l'eau faisoit de leurs palettes, tournoient & marquoient ainsi le chemin du navire.

Si on pouvoit mettre en pratique quelque chose de semblable, ce seroit un tres-grand avantage; mais j'y trouve beaucoup de difficulté. La premiere est, que le branle du vaisseau, par lequel ordinairement il se balance, & panche tantost d'un costé, tantost de l'autre, rendroit assez souvent ce mouvement irregulier, & ces roüe inutiles.

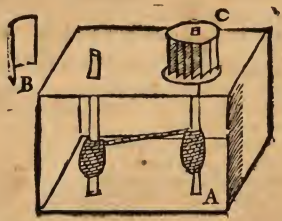
La seconde & principale difficulté est, que ces roüe retarderoient le navire, car si ce n'estoit cet inconvenient, on pourroit peut-estre remedier au premier, tirant deux petites barques, qui soûtiendroient une roüe à palettes, l'essieu de laquelle entrant dans une des barques, feroit mouvoir quelques autres roües dentelées, de sorte qu'on pourroit compter le nombre des tours qu'auroit fait la premiere. Ainsi faisant quelques essays dans un chemin connu, on pourroit facilement sçavoir combien le vaisseau auroit avancé chaque jour. Mais on aime mieux ne sçavoir pas si exactement le chemin que fait le vaisseau, que de le retarder tant soit peu.

PROPOSITION VII.

Sixiéme façon pour faire une bonne estime.

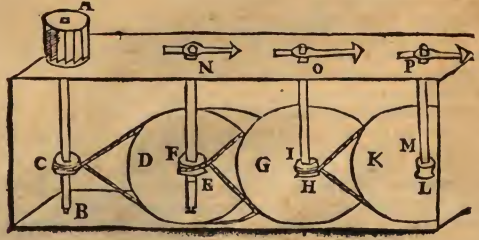
PUis que la viteſſe du navire eſt fondée ſur la force du vent, il me ſemble que nous en pourrons porter un jugement aſſez certain, ſi nous avons quelque meſure, qui nous marque ſi le vent eſt fort ou s'il eſt foible. La methode des Anglois eſt defectueuſe, en ce qu'elle ſuppoſe que le vent demeure dans le méme état, quoy qu'il arrive aſſez ſouvent qu'il s'augmente, & qu'il s'abaiſſe imperceptiblement. Pour moy je voudrois ajoûter une machine à vent, par exemple une petite roüe horizontale, d'un ou deux pieds de diametre, compoſée de petites ailes concaves; en ſorte que le vent ayant plus de priſe dans le creux des ailes que contre leur convexité, il la feroit rouler toûjours du méme coſté; avec cet avantage, que la roüe ſe preſente de méme façon à toute ſorte de vents. Cette machine pourroit eſtre fort ſimple, n'ayant que deux pivots, autour deſquels un filet de 3. ou quatre mille toiſes ſe pût ranger. L'uſage ſeroit tel; on pourroit jetter en mer le bois dont j'ay parlé dans la propoſition IV. & obſerver combien le navire s'avanceroit, pendant que la roüe feroit 100. tours: & quand le filet ſeroit tout à fait devuidé, & que la roüe auroit fait 4000. tours, on feroit une regle de trois, ſi 100. tours donnent tant de pas, combien en donneront 4000. Il ſera neceſſaire de faire une nouvelle obſervation, toutes les fois que le vent changera: Il faudra auſſi bien prendre garde que le filet ſe range également autour de l'eſſieu, autrement le compte ne ſera pas juſte,

Quand le filet ſera achevé, on ne fera que tranſporter la rouë d'un pivot à l'autre. On pourroit auſſi faire une autre machine, dont le pivot ſeroit taillé en vis, & engraineroit dans les dents d'une rouë qui en auroit 100. de ſorte que quand la premiere en feroit 100. la ſeconde en feroit 1. On pourroit ajoûter une troiſiéme rouë, qui feroit 1. tour, quand la ſeconde en feroit 10. & la premiere 100. Et encore une quatriéme qui feroit un tour quand la troiſiéme en feroit 10 la ſeconde 100. & la premiere 1000. De ſorte qu'attachant aux eſſieux de ces rouës des aiguilles, vous ſçauriez en tout temps combien la premiere rouë auroit fait de tours.



Au lieu de roües dentelées, on pourroit ſe ſervir de poulies, comme vous voyez dans la figure. De ſorte que ſi la poulie D, eſtoit decuple de la petite C: & G, decuple de FE; & ainſi de ſuite, quand la poulie K, feroit un tour, la poulie G. en feroit 10. D, 100. & la roüe A, en feroit 1000.

Quand une Galere ou quelqu'autre baſtiment ſemblable, va à la rame, il eſt plus facile d'eſtimer le chemin; parce que le mouvement en eſt plus regulier & uniforme: Ainſi c'eſt aſſez de faire deux ou trois obſervations, ſelon la methode de la Propoſition V.



Correction de l'estime.

Nous ne pouvons corriger nostre estime, que par des observations celestes, prenant la hauteur du lieu où nous sommes arrivez; estant certain que dans toutes les routes, excepté celle d'Est & Ouëst, le changement de la latitude nous donnera exactement la quantité du chemin que nous avons fait, & presque le lieu où nous sommes arrivez.

PROPOSITION VIII.

De la latitude & élevation du Pole, & de la declinaison du Soleil.

J'Ay prouvé dans le second Livre, que la latitude d'un pays estoit égale à l'élevation du Pole sur l horison : c'est pourquoy les observations de l'une, nous donnent infailliblement l'autre. Je ne rapporteray icy que celles qui se peuvent pratiquer en mer, laissant aux Astronomes celles qui ne se peuvent faire que sur la terre.

Pour bien entendre les pratiques que je propose, il faut remarquer que le Soleil n'est pas toûjours dans le cercle équinoctial, mais qu'il s'en écarte tantost du costé du Nord, tantost du costé du Sud Cet éloignement du Soleil s'appelle declinaison, qui est comme sa latitude : c'est à dire que comme sur la terre, la latitude d'un pays est sa distance de l'équateur ; de mesme dans le Ciel, la declinaison d'un Astre, est sa distance du mesme équateur.

Les étoilles ne changent pas sensiblement de declinaison dans cent années, mais les planetes la changent tous les jours. Ainsi le Soleil change de declinaison, à mesure qu'il parcourt les divers Signes de son Ecliptique. Environ le vingt-uniéme de Mars, & le vingt-quatriéme de Septembre, il n'en a point du tout. Depuis le vingt-uniéme de Mars jusqu'au vingt-quatriéme de Septembre, sa declinaison est au Nord : & depuis le vingt-quatriéme de Septembre jusqu'au vingt-uniéme de Mars, elle est du costé du Sud.

Il faut aussi remarquer que la hauteur de l'équateur à Midy, est égale au complement de la latitude, & de l'élevation du Pole. Par exemple, que le cercle AEB soit le meridien, le Pole H, le Zenith E, l'Horison DK, l'Equinoctial AB, l'élevation du Pole KH, son complement HE, l'élevation de l'Equateur DA:

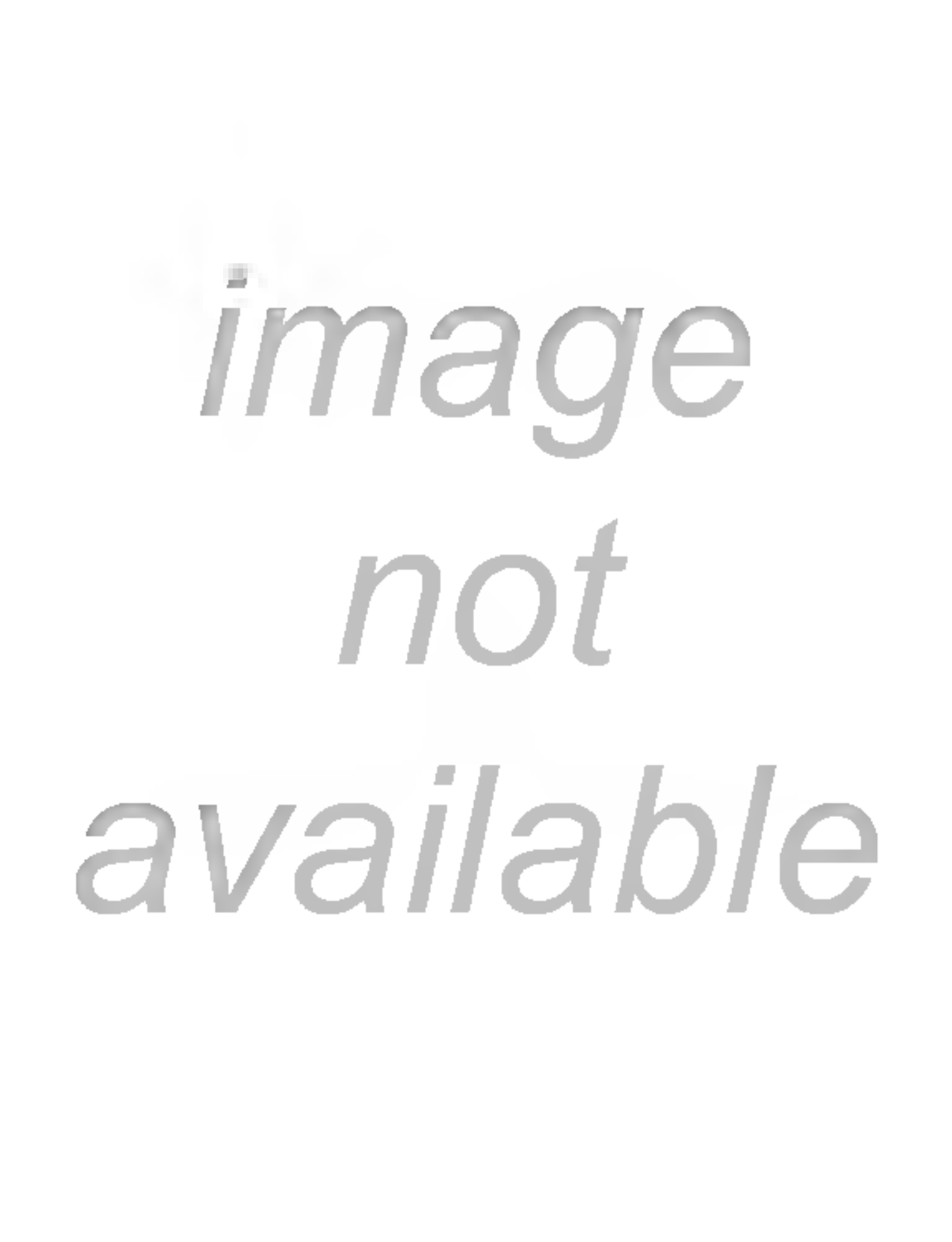
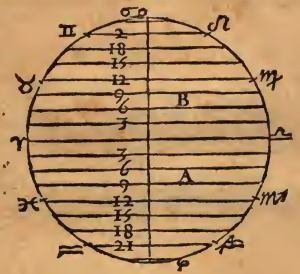


image
not
available

la Table, & vous la trouverez dans la seconde colonne, vis-à-vis l'onziéme degré : ce qui montre que le Soleil est dans l'onziéme degré du Belier, ou dans le dix-neuviéme de la Vierge, qui est au bas de la mesme colonne. Que si la même declinaison estoit au Sud, le Soleil seroit ou dans l'onziéme des Balances, ou dans le dix-neuviéme des Poissons. Or nous pouvons facilement déterminer dans quel Signe le Soleil se rencontre, si nous faisons reflexion que le Soleil entre dans le Belier le vingt-uniéme de Mars, dans le Taureau le vingt-deuxiéme d'Avril, dans les Jumeaux le vingtroisiéme de May, dans l'Ecrevice le vingt-uniéme de Juin, dans le Lion le vingt-deuxiéme de Juillet, dans la Vierge le vingt-deuxiéme d'Aoust, dans les Balances le vingt-troisiéme de Septembre, dans le Scorpion le vingt-deuxiéme d'Octobre, dans l'Archer le vingt-deuxiéme de Novembre, dans le Capricorne le vingt-troisiéme de Decembre, dans le Verseau le vingt-uniéme Janvier, & dans les Poissons le dix-huitiéme Février. Celuy qui le veut voir plus exactement, peut en avoir une Table.

Quelques uns, au lieu de la Table precedente, ont voulu se servir d'un instrument, qui n'est autre qu'un cercle, divisé en douze Signes, le diametre duquel est divisé d'un costé & d'autre en vingt-trois parties, & demy : mais je ne m'y arreste pas, ne le proposant que pour avertir, que cet instrument est faux.



PROPOSITION XI.

De la Table qui montre la declinaison du Soleil, pour tous les jours de l'année.

ON propose communément une Table pour quatre années, qui donne la declinaison du Soleil pour chaque jour. La raison qui oblige à la faire ainsi, est fondée, sur ce que l'année civile de trois cens soixante-cinq jours est plus courte que l'année solaire, de cinq heures, quarante-neuf minutes ; ce qui fait que l'année suivante au mesme jour, le Soleil n'est pas si avancé dans son Ecli-

ptique, & par conſequent n'a pas une égale declinaiſon ; & parce que dans l'année biſſextile on ajoûte un jour, qui corrige & remet l'année civile, à peu prés au meſme poinct de l'année celeſte, on ſe contente d'une Table de quatre années. J'aurois pû facilement vous en donner une de cette ſorte ; mais parce que l'on ne doit pas propoſer les inventions des autres, ſans y ajoûter quelque choſe du ſien, & ſans les perfectionner autant qu'il ſe peut : ayant remarqué que ces Tables ne pouvoient eſtre perpetuelles, & qu'aprés quelques années elles ne montroient pas exactement les declinaiſons du Soleil ; mais qu'elles avoient beſoin de reforme, ou que ſi on s'en vouloit ſervir, il falloit faire des veſſexions, dont la plûpart des Pilotes ne ſont pas capables, la veritable declinaiſon tombant aſſez ſouvent entre-deux de ces Tables : j'ay voulu en faire huit ; & au lieu que celles des autres different d'un quart de jour, celles que je propoſe ne ſont pas ſi differentes, de ſorte que nous ne pouvons nous tromper, que de trois minutes.

Ces Tables donnent la declinaiſon du Soleil, pour le Midy du jour qui eſt marqué. Elles ſont faites pour le meridien de Rome, qui eſt le trente-ſixiéme, à compter de l'iſle de Palme des fortunées. J'ay plûtoſt choiſi celuy de Rome, qu'un autre, parce que c'eſt à peu prés le milieu de la Mediterranée. J'ay ajoûté une Table ou Index, pour cent trente années, qui montre de quelle de ces huit Tables, il ſe faut ſervir chaque année : par exemple, je veux ſçavoir de quelle Table il ſe faut ſervir l'année 1676. Je cherche 1676, & je trouve le nombre de I, qui marque la premiere Table.

Pareillement l'année 1700, je trouve dans l'Index, qu'il faut ſe ſervir de la quatriéme.

Il faut auſſi remarquer que je ne commence ma Table qu'au mois de Mars, pour éviter l'embarras du Biſſexte, de ſorte que dans les mois de Janvier & de Février 1676, il faut encore ſe ſervir de celle de l'année precedente, qui eſt 4 ; & au mois de Mars, prendre celle qui eſt propre de l'année 1676, qui ſera la premiere. Ainſi je puis dire que mes Tables de declinaiſon ſont perpetuelles, n'eſtant beſoin au bout de cent trente années, que de continuer l'Index, qui montre les Tables qu'il faudra employer les années ſuivantes.

PROPOSITION XII.

1. Uſage des Tables des declinaiſons du Soleil.

Trouver la declinaiſon du Soleil pour le Midy d'un lieu qui eſt ſous le meridien de Rome.

QU'on veüille ſçavoir la declinaiſon du Soleil pour le vingt-quatriéme de Septembre à Midy, ſous le meridien de Rome en l'année 1680. L'année 1680. dans l'Index des années, porte un, qui ſignifie qu'il ſe faut ſervir de la premiere Table. Conſultez donc la premiere Table ; & vis à vis le 24. jour, marqué dans la premiere colonne, regardez dans la Colonne du mois de Septembre, vous trouverez 0. 47. avec le titre Sud, qui ſignifie que la declinaiſon du Soleil eſt auſtrale de quarante-ſept minutes.

PROPOSITION XIII.

Trouver la declinaison du Soleil pour quelque heure que ce soit, du meridien de Rome.

PUisque nos Tables sont faites pour le meridien de Rome, il faut toûjours rapporter les heures au mesme meridien; autrement on pourroit se tromper. Qu'on propose donc cinq heures du matin du vingt-huitiéme Septembre, en l'année 1680. Je cherche dans la Table le vingt-septiéme & le vingt huitiéme Septembre, puisque le temps qu'on me donne, est entre ces deux Midis. Je trouve dans la premiere Table pour le vingt-septiéme Septembre, 1. 57; & pour le vingt-huitiéme, deux degrés, 20. Ostant le premier nombre du second, je trouve vingt-trois minutes de difference de declinaison, que le Soleil fait dans vingt-quatre heures. Je fais donc une regle de trois, si vingt-quatre heures donnent vingt-trois minutes, que donneront dix-sept heures, qu'il y a depuis le Midy du vingt-septiéme jour jusqu'à cinq heures du matin du vingt-huitiéme: je trouve un peu moins de dix-sept minutes, lesquelles il faut ajoûter à 1. 57. ce qui fait deux degrés, & presque quatorze minutes de declinaison sude.

PROPOSITION XIV.

Trouver la declinaison du Soleil pour quelque heure que ce soit, d'un autre meridien.

JE veux sçavoir la declinaison du Soleil, quand il est midy dans les pays qui sont sous le premier meridien. Puisque le meridien de Rome est plus oriental de trente-six degrés, le premier meridien sera plus occidental de deux heures, vingt-quatre minutes. Je cherche donc par la precedente, la declinaison du Soleil, quand il est deux heures, vingt quatre minutes au meridien de Rome. Si c'est pour le midy d'un meridien, qui soit au cinquante-uniéme degré de longitude, ostant trente-six degrés de 51, reste quinze degrés, qui font une heure: ainsi quand il est Midy au au cinquante-uniéme degré de longitude, il n'est qu'onze heures au meridien de Rome. Je cherche donc par la precedente, la declinaison du Soleil, pour onze heures du meridien de Rome.

Qu'on propose cinq heures du soir, pour un pays plus oriental que Rome, de deux heures; il ne sera pas si tard de deux heures à Rome: c'est pourquoy cherchez la declinaison du Soleil pour trois heures de Rome, au lieu de chercher pour cinq heures, du pays qu'on vous propose. Ainsi reduisant toûjours les heures à celles du meridien de Rome, vous aurez facilement la declinaison du Soleil pour quelque temps, & pour quelque pays qu'on vous propose.

PROPOSITION XV.

Trouver la latitude par la hauteur meridienne du Soleil.

PRenez une bonne demi-heure avant Midy, la hauteur du Soleil, & l'observez de temps en temps, jusqu'à ce que vous trouviez qu'elle décroiſſe : la plus grande de toutes, ſera la hauteur meridienne du Soleil Pour la corriger, il faut ſouſtraire la refraction, & avoir égard à ce que fait la hauteur de l'œil, ainſi que j'ay expliqué. Vous oſterez la declinaiſon du Soleil, ſi elle eſt au Sud du complement de ſa hauteur ; ou vous l'ajoûterez, ſi elle eſt au Nord au même complement, & vous aurez la latitude du pays.

Par exemple que AEB ſoit le meridien, AB l'équateur, H le Pole, DK l'horiſon : que DF ſoit la hauteur du Soleil à Midy, de ſoixante degrés, le premier de May 1676, & ſon complement de trente degrés Cherchez dans la premiere Table, propre de l'année 1676. dans la colonne du mois de May, vis-à-vis le premier jour : vous trouverez la declinaiſon du Soleil au Nord AF de quinze degrés, ving-cinq minutes. Ajoûtez AF de quinze degrés, vingt-cinq minutes au complement EF, de la hauteur du Soleil, qui eſt de trente, vous aurez la latitude AE de quarante-cinq degrés, vingt-cinq minutes.

Que ſi le quinziéme de Novembre de la meſme année, on obſervé C D, la hauteur meridienne du Soleil, de vingt degrés, le complement CE de ſoixante & dix : cherchant dans la Table ; la Colonne de Novembre vis-à-vis le quinziéme jour, donnera la declinaiſon du Soleil CA de dix-huit degrés, quarante-ſept min. Oſtez CA, qui eſt 18. 47. de CE 70, reſtera AE, la latitude de cinquante-un degrés, treize minutes.

Quand je dis que la declinaiſon Norde s'ajoûte, & que la Sude ſe ſouſtrait du complement de la hauteur ; j'entens, quand nous ſommes au Nord de la ligne : car quand nous ſommes au delà, il faut faire tout le contraire. Que ſi nous eſtions ſi proche de la ligne, que la declinaiſon fuſt plus grande que la latitude, il faudroit ſouſtraire de la declinaiſon, le complement de la hauteur du Soleil. Comme

si nous estions au dixiéme parallele Nord, le Soleil estant au tropique de l'Ecrevice, le Soleil seroit élevé de soixante & seize degrés & demy, son complement seroit $13\frac{1}{2}$, lequel estant osté de $23\frac{1}{2}$, donne la latitude de dix degrés.

Il en arrive de mesme aux estoiles, qui ont une plus grande declinaison que nostre latitude, qui est du mesme costé.

PROPOSITION XVI.

Trouver la latitude du lieu où nous sommes, par la hauteur meridienne d'une estoille.

JE suppose qu'on ait une Table, qui donne la declinaison des estoiles pour le temps où nous sommes. Il faut remarquer que les estoiles ne changent pas notablement de declinaison dans un siecle : ainsi celles que je propose dans ma Table, pour l'année 1700, peuvent servir pour tout le siecle suivant. Si l'estoile se rencontre du costé du Sud, c'est à dire entre vostre Zenith & l'horison, tirant du costé du Midy ; il faudra agir de mesme façon, que si vous cherchiez la latitude par la hauteur du Soleil : ce qui se fait, ajoûtant la declinaison Nord d'une estoile, au complement de sa hauteur meridienne ; & ostant la declinaison Sud du complement de sa plus grande hauteur.

Par exemple, remarquant que Sirius, ou le grand Chien qui a seize degrés, dix-huit minutes de declinaison Sud, approche de Midy, ce que vous pouvez voir par vostre bousſole, vous prenez sa hauteur de temps en temps, jusqu'à ce qu'elle décroisse : la plus grande de toutes, est sa hauteur meridienne : si elle est de quarante degrés, son complement est de cinquante : ostez seize degrés, dix-huit minutes de cinquante, restera la latitude de 33. 42. supposé que vous soyez au deçà de la ligne vers le Nord. Que si vous estes au delà de la ligne, il faut ajoûter cette mesme declinaison, & vous aurez soixante-six degrés, dix-huit minutes de latitude, du costé du Sud.

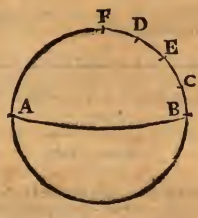
Enfin, on peut suivre cette regle generale. La declinaison qui est du costé oppose à celuy où vous estes, par exemple, qui est Sud, quand vous estes au Nord de la ligne ; ou qui est Nord, quand vous est au Sud, se soustrait du complement de la hauteur meridienne du Soleil, ou des estoiles. La declinaison qui est Nord, quand vous estes au Nord ; ou Sud, quand vous estes au Sud, se doit ajoûter au complement de la hauteur de l'Astre, pour avoir la latitude.

PROPOSITION XVII.

Troisiéme façon de trouver la latitude par les estoiles, qui ne se couchent point.

QU'on propose une des estoiles qui ne se couchent point, laquelle dans sa hauteur meridienne, se rencontre entre le Zenith & le Pole ; ce que nous pouvons voir facilement, en la comparant avec l'estoile du Nord. Observez

ſa hauteur BD, juſqu'à ce qu'elle diminuë : oſtez de cette hauteur BD, le complement de ſa declinaiſon, qui eſt DE, reſtera la hauteur du Pole BE.



Par exemple, la claire des gardes a de declinaiſon Nord ſoixante & quinze degrez, trente-ſept minutes, trente ſecondes. Le complement de cette declinaiſon, ou ſon éloignement du Pole, eſt de quatorze degrés $22\frac{1}{2}$ min. Suppoſons qu'eſtant arrivée à Midy entre le Zenith & le Pole, elle ait ſoixante degrés de hauteur. Oſtant quatorze degrés, & $22\frac{1}{2}$ m.de 60, reſtera la hauteur du Pole de quarante-cinq degrés, & $37\frac{1}{2}$ min.

Les meſmes eſtoiles qui ne ſe couchent point, paſſent au meridien par deſſous le Pole, & pour lors leur hauteur meridienne eſt la plus petite de toutes celles qu'elles ont. Pour obſerver quand une eſtoile s'approche du meridien au deſſous de l'Horiſon, prenez un plomb à la main, & le faites paſſer par l'eſtoile du Nord : quand l'eſtoile s'approchera de ce filet, elle ne ſera pas beaucoup éloignée du meridien. Obſervez donc ſa hauteur pluſieurs fois ; la plus petite de toutes, ſera ſa hauteur meridienne. Ajoûtez à cette hauteur le complement de ſa declinaiſon, & vous aurez la hauteur du Pole. Par exemple, ſi la claire des gardes avoit trente-cinq degrés de hauteur meridienne au deſſous du Pole, ajoûtez 14. $22\frac{1}{2}$, qui eſt le complement de ſa declinaiſon, & vous aurez l'élevation du Pole 49. $22\frac{1}{2}$

Cette façon eſt propre pour prendre l'élevation du Pole, par la plus baſſe hauteur du Soleil, dans les pays où il ne ſe couche point, ajoûtant le complement de ſa declinaiſon à ſa plus petite hauteur. Cette petite pratique eſt tres-utile, eſtant plus aiſé d'obſerver une petite hauteur, qu'une grande.

Dans les grandes nuits, on peut avoir la hauteur du Pole, ſans ſçavoir la declinaiſon des eſtoiles. car obſervant la plus grande hauteur d'une eſtoile, par exemple BD de ſoixante cinq degrés, & BC la plus petite de vingt degrés ; ſi vous les ajoûtez enſemble, & que vous diviſiez la ſomme qui ſera 85. par la moitié, vous aurez quarante-deux degrez & demy d'élevation de Pole, & par conſequent de latitude.

Pour

Pour rendre cette methode plus parfaite, on pourroit avoir toutes les estoiles qui sont autour du Pole dans leur propre situation, ascension droite, & declinaison : & les connoissant bien toutes, à peine se pourra-t-il rencontrer une heure, dans laquelle quelqu'une de ces estoiles ne passe par le meridien, soit au dessus, ou au dessous du Pole.

On pourroit aussi avoir les estoiles, qui sont du costé du Pole Antarctique, afin que cette pratique fust plus étenduë.

PROPOSITION XVIII.

Observer la hauteur du Pole, par l'estoile du Nord.

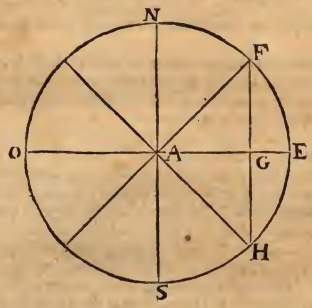
LEs Pilotes prennent ordinairement la hauteur du Pole, par celle de l'étoile du Nord; parce que son cercle estant plus petit, elle ne change pas tant de hauteur : & ainsi on se tromperoit moins, quand mesme on ne la prendroit pas precisément, lors qu'elle est au meridien.

Quoy qu'on puisse avoir la hauteur du Pole en tout temps, observant celle de l'estoile du Nord ; neantmoins quand il nous est libre de la prendre, il est toûjours mieux de le faire, lors qu'elle se trouve au meridien : ce que nous pouvons facilement juger par deux autres estoiles, qui sont, la premiere estoile de la queuë de la grande ourse, c'est dire le cheval le plus proche des rouës du grand chariot, & celle qui est à la jointure de la cassiopée. Quand donc prenant un à plomb, & le faisant passer par l'estoile polaire, il coupe l'estoile que j'ay nommée la premiere au dessous ; l'estoile du Nord est à peu prés au meridien par dessus le Pole : ainsi ostant deux degrés vingt-cinq minutes, qui est son éloignement du Pole, vous aurez la hauteur du Pole. Celle de la jointure de la cassiopée se trouve au dessus de l'estoile polaire dans le mesme meridien.

Que si cette estoile de la cassiopée estant au bas de l'estoile polaire, le cheval qui estoit au timon du grand char, estoit au dessus, & que le filet du plomb les coupast, l'estoile polaire seroit au dessous du Pole : ainsi il faudroit soustraire deux degrés, vingt cinq minutes de sa hauteur, pour avoir celle du Pole.

Pour les autres endroits, où se peut rencontrer l'estoile polaire, il faut ou ajoûter quelque chose, ou soustraire à sa hauteur, suivant les divers rumbs dans lesquels elle se rencontre. pour en supputer une Table, il faut sçavoir que presque toutes les divisions que font nos pilotes, sont en trente-deux rumbs. Car ils ont si souvent leur bousole devant les yeux, qu'ils ne se servent d'aucune autre division, quoyque tres-mal à propos en plusieurs endroits. Il faut donc s'imaginer que le petit cercle que décrit l'estoile polaire, est diviſé en trente-deux routes, que le Nord est au dessus, le Sud au plus bas, l'Est à la droite de celuy qui regarde l'estoile, & l'Oüest à la gauche. Quand l'estoile est au Nord, elle est plus haute que le pole de deux degrés, vingt-cinq minutes : quand elle est au Sud, elle est plus basse d'autant de degrez & de minutes : quand elle est à l'Est ou à l'Oüest, on la peut prendre, comme aussi élevée que le pole : quoyque si nous procedions dans la derniere exactitude, on y pourroit souvent trouver quelque petite differenee ; mais estant fort peu considerable, elle ne doit pas nous embarasser. Supposons que l'estoile est au Nord-est au point F, elle se trouve plus haute que le pole de la hauteur GF, qui sera comme le Sinus de l'angle

FAE de quarante-cinq degrés. Nous pouvons donc dire, comme le Sinus total AN, à AG Sinus du complement de l'angle du rumb avec le meridien ; ainsi AN de deux degrés vingt-cinq minutes, ou cent quarante-cinq minutes à un quatriéme, & nous aurons GF, qu'il faudra soustraire de la hauteur de l'estoile, pour avoir celle du pole. Cette façon n'est pas precise, parce que AN estant un arc de cercle, n'est pas le demidiametre de celuy que décrit l'estoile ; mais le defaut est tres-petit.



Il faut remarquer que si je sçay GF, c'est à dire ce qu'il faut soustraire à la hauteur de l'estoile, pour avoir celle du pole, quand elle est au Nord-est ; j'ay aussi ce qu'il luy faut ajoûter, quand elle est au Sud-est au poinct H. Ainsi il suffira de faire sept regles de trois, c'est à dire pour les sept rumbs qui sont dans un quart de cercle. Or, parce que l'estoile polaire s'approche toûjours du pole, de sorte que l'année 1700, elle sera à deux degrés & vingt minutes, ou cent quarante minutes. Je vay faire ma Table pour cet éloignement.

Rumb de l'estoile du Nord.	Degrés. Minutes.
	Soustr.
NORD.	
N $\frac{1}{4}$ NE.	2. 10
N N. E.	2. 17
NE $\frac{1}{4}$ N.	2. 9
N N. E.	1. 56
	1. 39
N E $\frac{1}{4}$ E.	1. 18
E N. E.	0. 54
E $\frac{1}{4}$ NE.	0. 28
EST.	0. 0
	Ajouſt.
E $\frac{1}{4}$ SE.	0. 28
E S. E.	0. 54
SE $\frac{1}{4}$ E.	1. 18
S. E.	1. 39
SE $\frac{1}{4}$ S.	1. 56
S. S E.	2. 9
S $\frac{1}{4}$ SE.	2. 17
SUD.	2. 20
S $\frac{1}{4}$ S O.	2. 17
S S. O.	2. 9
SO $\frac{1}{4}$ S.	1. 56
S. O.	1. 39
SO $\frac{1}{4}$ O.	1. 18

Rumb de l'estoile du Nord.	Degrés. Minutes. Ajouſt.
O S O.	0. 54
O $\frac{1}{4}$ SO.	0. 28
OÜEST.	0. 0
	Soustr.
O $\frac{1}{4}$ NO.	0. 28
O N O.	0. 54
NO $\frac{1}{4}$ O.	1. 18
N N O.	1. 39
NO $\frac{1}{4}$ N.	1. 56
N N O.	2. 9
N $\frac{1}{4}$ NO.	2. 17

On peut facilement sçavoir le rumb où se trouve l'étoile du Nord : car si vous observez à quel rumb de vent tombe celle de la jointure de la Cassiopée, prenant l'étoile du Nord pour centre du Nocturlabe & le rumb où se trouvera celle de la jointure, sera le même que celuy de l'étoile du Nord. Comme au contraire si regardant l'étoile du Nord par le trou, vous observez le rumb de l'étoile, qui est la plus proche des roües de devant du grand chariot, l'étoile du Nord sera dans le rumb opposé.

Cependant parce que nos Pilotes sont accoûtumez à determiner ce qu'il faut ajoûter ou soustraire de l'elevation de l'étoile, par la claire des Gardes; il leur en faut donner une Table. Elle est faite pour les divers rumbs de vens, où se trouve la claire des gardes, prenant l'étoile polaire pour centre : c'est à dire regardant l'étoile polaire par le centre du Nocturlabe, & la claire des gardes par le bord; le rumb, où elle sera dans l'instrument, sera semblable au celeste.

L'usage de cette Table est fort aisé : car ayant remarqué le rumb où se trouve la claire des gardes, vous trouverez vis à vis ce qu'il faut ajoûter ou soustraire de la hauteur de l'étoile du Nord, pour avoir celle du pole. Supposons que j'aye observé la hauteur de l'étoile du Nord de 43. degrez, & que la claire des gardes soit au Nordoüest; cherchant Nordoüest dans la Table, je trouve 0. degrez 43. min. avec le titre ajoûté. Ainsi la hauteur du pole sera de 43. degrez 43. minutes.

Rumb de la Claire.	D.	mi.
Nord.	*Ajoût.*	
N $\frac{1}{4}$ NE.	2.	3
	2.	14
N N E.	2.	19
NE $\frac{1}{4}$ N.	2.	18
Nordest.	2.	12
NE $\frac{1}{4}$ E.	2.	0
E NE.	1.	47
E $\frac{1}{4}$ NE.	1.	27
Est.	1.	4
E $\frac{1}{4}$ SE.	1.	38
E S E.	0.	12
	Soustr.	
SE $\frac{1}{4}$ E.	0.	16
Sudest.	0.	43
SE $\frac{1}{4}$ S.	1.	8
S S E.	1.	30
S $\frac{1}{4}$ SE.	1.	48

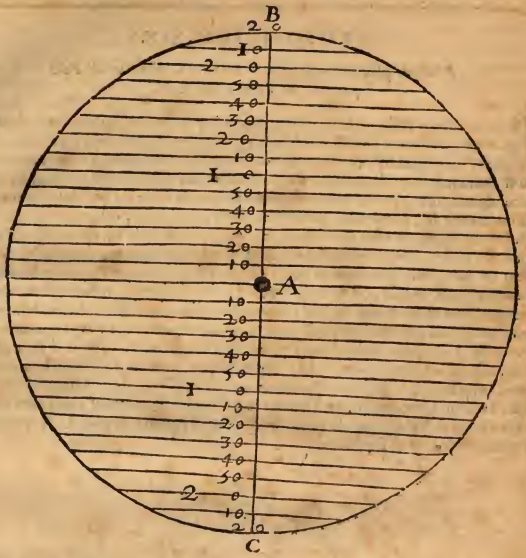
Rumb de la Claire.	D.	mi.
Sud.	*Soustr.*	
S $\frac{1}{4}$ SO	2.	3
	2.	14
S S O	2.	19
SO $\frac{1}{4}$ S	2.	18
S O	2.	12
SO $\frac{1}{4}$ O	2.	2
O S O	1.	48
O $\frac{1}{4}$ SO	1.	27
Ouest.	1.	4
O $\frac{1}{4}$ NO	0.	39
	Ajoût.	
O N O	0.	12
NO $\frac{1}{4}$ O	0.	16
Nordoüest.	0.	43
NO $\frac{1}{4}$ N.	1.	8
N N O	1.	30
N $\frac{1}{4}$ NO	1.	48

PROPOSITION XIX.

Pratique plus universelle pour trouver la hauteur du Pole par celle de l'étoile du Nord.

JE trouve deux defauts dans cette pratique: le premier est, que le Nocturlabe, tel qu'il est, ne donne pas les rumbs assez justes; les intervalles d'un rumb à l'autre estans trop grands, & donnans en de certains endroits des differences de ce qu'il faut ajoûter ou soustraire, trop considerables pour n'estre pas soudivisées. Secondement on se prend à une étoile si proche de celle du Nord que pour peu qu'on tienne le Nocturlabe panché de costé ou d'autre, cela trompe souvent d'un demi-rumb de vent: ce qui peut faire une erreur de 14. ou 15. minutes. Je voudrois donc un Nocturbale plus grand que les ordinaires, divisé non seulement en rumbs, mais en heures & en degrez, à commencer depuis le Nord, allant vers l'Est, le Sud, l'Oüest & le Nord; c'est à dire de méme façon qu'on compte l'ascension droite qui va selon la succession des signes. Secondement, je ne voudrois pas que le Nocturlabe eût un manche, parce que l'experience m'apprend qu'il est difficile de le tenir parallele à l'Equateur, comme il doit estre; ainsi j'aimerois mieux qu'on le pût suspendre; & pour le faire plus commodément, on pourroit y ajoûter un petit quart de cercle de leton, AB, divisé en degrez, avec un anneau courant, G, pour le suspendre, le mettant à peu prez sur le degré estimé de l'élevation du pole, ce qui feroit pancher le plan du Nocturlabe de méme façon que l'Equateur.

Troisiémement, pour sçavoir plus exactement ce qu'il faudra ajoûter, ou soustraire de la hauteur de l'étoile du Nord, pour avoir celle du pole: puis que l'éloignement de l'étoile est de 2. degrez 20. minutes, c'est à dire 140. minutes, il faut diviser les 2. demi-diametres AB, AC chacun en 140. degrez, c'est à dire en 14. parties, chacune desquelles vaudra 10. minutes, & soudivisant par le milieu, chacune vaudra 5. Dans tout le demicercle d'enhaut, c'est à dire depuis l'Oüest par le Nord jusques à l'Est, il faut soustraire: depuis l'Est par le Sud, jusques à l'Oüest, il faut ajoûter à la hauteur de l'étoile, pour avoir celle du pole.



Pour connoiſtre preciſément le rumb de l'étoile du Nord, il faut ſçavoir combien les étoiles, dont vous voulez vous ſervir, ſont éloignées de celle du Nord. Vous ſçavez desja que l'étoile qui eſt la premiere au timon du grand char, eſt oppoſée à l'étoile polaire; que celle qui eſt à la jointure de la Caſſiopée eſt du méme coſté : & comme ces deux étoiles ſont oppoſées, l'une des deux ſera toûjours ſur l'horizon. Cela ſuffit.

La Claire des Gardes eſt plus occidentale que l'étoile du Nord, de 152. degrez $\frac{1}{2}$

Ainſi ayant trouvé le rumb où ſe trouve la claire, comptez 152 $\frac{1}{2}$ degrez, ſelon l'ordre des ſignes, c'eſt à dire Nord, Eſt, Sud, Oüeſt; & vous aurez preciſément le rumb où ſe trouve l'étoile polaire. La plus éloignée des deux dernieres roües eſt plus orientale que la polaire de 15. degrez; ainſi ayant trouvé ſon rumb, comptez 15 degrez en arriere, c'eſt à dire contre l'ordre des ſignes, Nord, Oüeſt, Sud, Eſt, & vous trouverez le rumb de l'étoile polaire.

Je vous conſeille de prendre toûjours hauteur à la polaire, quand elle approchera du cercle de midy, ſoit au deſſus, ſoit au deſſous du pole : autrement vous eſtes en danger de vous tromper de pluſieurs minutes.

PROPOSITION XX.

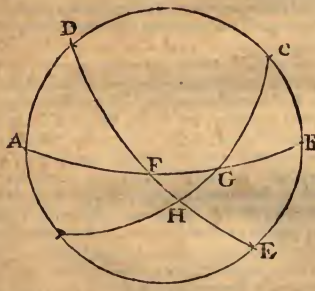
Trouver la latitude par l'amplitude ortive.

ENtre les autres pratiques pour trouver la declinaison de la bousſole, j'ay donné celle-cy; qu'on obſervât preciſément le degré auquel une étoile ſe leve, & celuy auquel elle ſe couche; l'arc de l'horizon compris entre ces deux points, eſtant diviſé par le milieu, donne la ligne de midy. Le complement de cette moitié, c'eſt à dire la difference entre cet arc & 90 degrez, eſt l'amplitude ortive de cet aſtre. Par exemple ſi la moitié de l'arc compris entre le lever & le coucher eſtoit de 70 degrez, l'amplitude ortive ſeroit de 20 degrez: s'il eſtoit de 100. ſon amplitude ortive ſeroit de 10. parce que 100. ſurpaſſe 90. de 10.

Je ſuppoſe auſſi que vous ſçachiez la declinaiſon de l'aſtre, duquel vous avez obſervé le lever & le coucher.

Ayant l'amplitude ortive de l'aſtre & ſa declinaiſon, cherchez dans les tables des amplitudes ortives, en quelle elevation de pole, l'amplitude ortive trouvée, répond à la declinaiſon de l'aſtre; ce ſera celle où vous eſtes.

Si vous n'avez pas les tables des amplitudes, il faudra reſoudre un triangle. Par exemple ſoit l'horiſon AB, l'equateur ED, le pole C; que l'aſtre ſe leve, ou ſe couche en G, l'amplitude ortive ſera FG: tirez le cercle horaire CGH, GH ſera la declinaiſon de l'aſtre, que je ſuppoſe eſtre connuë. Faites donc, comme l'amplitude ortive FG à la declinaiſon HG, ainſi le ſinus total au ſinus de l'angle GFH, ou de l'arc BE, complement de l'elevation du pole.



Toute la difficulté que je vois en cette pratique, eſt qu'on ne peut pas prendre aſſez exactement le point de l'horizon, auquel un aſtre ſe leve ou ſe couche, la bousſole eſtant un ſi petit cercle, qu'il eſt aiſé de ſe tromper d'un demy-degré. Or cette obſervation devroit eſtre preciſe; & méme il faudroit avoir égard aux refractions. Je trouve auſſi qu'il faut trop attendre du lever

au coucher du soleil. On se pourroit servir de cette pratique pour les étoiles, qui ne demeurent que deux ou trois heures sur l'horizon, ou pour celles qui ne demeurent que fort peu au dessous.

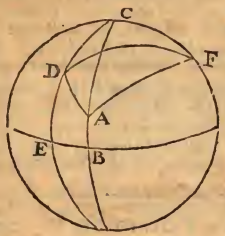
PROPOSITION XXI.

Trouver la latitude par deux hauteurs du soleil hors de midy, & par le temps d'entre-deux.

SI nous avions en mer la vraye ligne de midy, comme nous la pouvons avoir sur terre, nous pourrions en tout temps trouver la latitude, à la premiere hauteur, ou du soleil, ou d'une étoile; mais parceque la bousſole, quoy que corrigée, ne nous donne pas la ligne du Nord & Sud si precise, qu'elle ne nous trompe de quelques degrez, je ne donne pas ce probleme, qui seroit inutile en mer, & j'en substituë quelques autres en sa place. Il faut avoir un poudrier juſte : je ne demande pas qu'il soit precisément d'une heure, ce qui seroit peut-estre difficile à obtenir; mais je veux qu'on l'essaye à loisir, & que l'on compare sa durée avec quelque horloge à pendule. Le bouton du poudrier doit estre bien fermé avec de la poix resine, autrement il sera sujet au temps; Et parce qu'il est difficile d'en rencontrer un qui dure autant d'un costé que d'autre, il faut essayer combien il dure à couler deux fois, car ainsi ce sera tout un de quelque costé qu'on commence. Comme ce choix d'un bon poudrier est tres important, on pourroit instruire les ouvriers qui les font, & leur fournissant un horloge à pendule bien juſte, ils marqueroient fort precisément la durée sur le dos des poudriers. Voicy plusieurs pratiques, pour trouver la latitude par le moyen de ces poudriers, & méme quelques-unes, sans avoir besoin d'instrument.

Observez la hauteur du soleil, & tournez vostre poudrier jusques à ce qu'il ait coulé deux fois: prenez une seconde hauteur du soleil, & vous trouverez facilement la latitude. Par exemple choisissez sur le globe deux points, dans le parallele que le soleil parcourt, qui soient éloignez de 30 degrez, si vostre poudrier marque deux heures, d'une observation à l'autre : puis prenant avec le compas autant de degrez qu'en porte le complement de chaque observation, & mettant le pied du compas sur les deux points du parallele, faites deux arcs : le point de leur intersection, sera dans le cercle de la latitude où vous estes; & comptant jusques à l'equateur, vous aurez la latitude. Mais si nous desirons une plus grande exactitude, que celle que nous peut donner cette pratique, il faut neccessairement se servir de trigonometrie. Je suppose donc qu'on sçache resoudre toute sorte de triangle par les pratiques qui sont dans Ulac. Ayant pris le matin la hauteur du soleil AB, & l'ayant corrigée par la soustraction de la refraction, vous avez ensuite son complement AC. Apres une heure ou deux mesurée bien exactement par vostre poudrier, prenez la hauteur du soleil, qui soit DE, & vous aurez son complement DC. Vous aurez aussi la declinaison du soleil, & son complement ou distance jusques au pole, qui sera DF, ou AF.

Demon-



Demonſtration. Dans le Triangle DAF, je connois les deux coſtés DF, AF, & l'angle DFA, qui eſt meſuré par mon poudrier; par exemple s'il eſt de deux heures, cet angle ſera de trente degrés. Donc par la Trigonometrie, je connoîtray l'angle DAF, & le coſté AF, pris dans un grand cercle.

Secondement, dans le Triangle DAC, je connois les trois coſtez, donc je connoiſtray l'angle DAC, lequel eſtant oſté de l'angle DAF, me laiſſe l'angle CAF. Enfin dans le triangle CAF, connoiſſant les coſtez CA, AF, & l'angle CAF, je trouveray la baſe CF, qui eſt le complement de l'elevation du pole.

Si les hauteurs que vous avez priſes ſont égales l'une AB avant midy & l'autre CD aprés, vous aurez pareillement les complemens AE, EC. Je ſuppoſe auſſi que les declinaiſons ſont égales, & leurs complemens AF, CF. L'Angle AFC meſuré par le poudrier eſt connu, & eſtant diviſé en deux également par le meridien EF, l'angle AFE ſera ſa moitié; nous connoiſſons donc trois choſes dans le triangle AEF, qui ſont les coſtés AE, AF, & l'angle AFE. Ainſi les pratiques ordinaires de la trigonometrie, nous donneront le coſté EF complement de l'elevation du pole FG.

Troiſiémement, ſi les deux hauteurs devant, & aprés midy ſont inégales, nous avons beſoin de plus d'operations. Il faut reſoudre le triangle AFC, duquel nous connoiſſons les coſtés AF, FC, & l'angle AFC meſuré par le poudrier : ainſi nous aurons la baſe AF, & l'angle FAC. Enſuite tous les coſtés du triangle AEC eſtant connus, il faut chercher l'angle EAC, lequel eſtant oſté de l'angle FAC, nous donne l'angle FAE. Enfin dans le triangle FAE, les coſtés AE, AF, & l'angle FAE eſtant connus; nous trouverons facilement la baſe EF, complement de l'elevation du Pole.

Cette pratique ſe peut mettre en uſage par les eſtoiles, prenant deux hauteurs de la meſme eſtoile, & meſurant le temps d'entre deux par un poudrier.

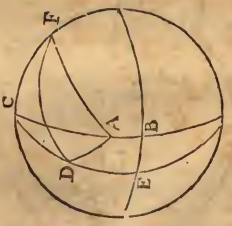
PROPOSITION XXII.

Trouver la latitude par deux hauteurs du Soleil, & par la diſtance des deux verticaux.

QV'on prenne le meſme jour deux hauteurs du ſoleil, & qu'on obſerve exactement le vertical pris dans la bouſſole dans lequel le ſoleil ſe rencontre au temps de chaque obſervation : Je dis qu'on en ſçait aſſez pour trouver la latitude par trigonometrie; car dans la penultiéme figure, on connoit les hauteurs AB, DE, & leurs complemens AC, DC; On connoit encore l'arc BE, ou l'angle ACD, qui eſt la diſtance des verticaux : donc on connoiſtra la baſe DA, & l'angle CAD du triangle ACD. Secondement, je ſuppoſe qu'on ſçache la declinaiſon du ſoleil, & ſon complement DF, ou AF : donc dans le triangle AFD, tous les coſtés ſont conneus; & par conſequent l'angle DAF, ſe pourra trouver, duquel ſi vous oſtez DAC, reſtera l'angle CAF. Enfin dans le triangle CDF, ayant les coſtés CD, DF, & l'angle CDF, vous trouverez la baſe CF, qui eſt le complement de l'élevation du Pole.

Le defaut de cette pratique eſt, en ce que l'obſervation des Azimuts eſtant faite par la bouſſole, ne ſemble pas aſſez preciſe.

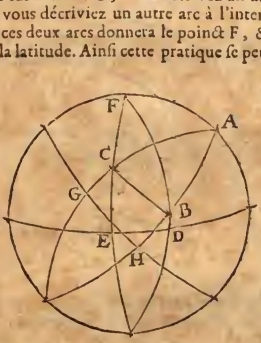
Coroll. Cette pratique ſe peut appliquer aux eſtoiles.



PROPOSITION XXIII.

Trouver la latitude par la hauteur de deux estoiles.

QU'on prenne en mesme temps la hauteur de deux estoiles B & C, c'est à dire les arcs BD, CE, on connoistra les complemens BF, CF. Il est certain que si ayant pris avec le compas l'arc CF, complement de la hauteur de l'estoile C, & posé un de ses pieds sur l'estoile C, vous décrivez un arc; & que prenant l'étoile B pour centre, vous déciriez un autre arc à l'intervalle du complement BF : l'intersection de ces deux arcs donnera le poinct F, & l'arc entre le poinct F, & l'équateur, sera la latitude. Ainsi cette pratique se peut resoudre par trigonometrie.



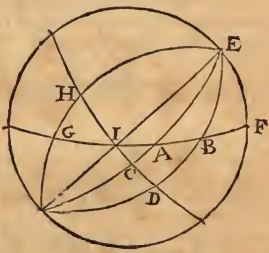
Je suppose donc qu'on sçache l'ascension droite de deux estoiles, de sorte qu'ostant la plus petite de la plus grande, on connoisse leur diference ascensionelle GH, c'est à dire l'angle GAH. Je suppose aussi qu'on connoisse leur declinaison GC, HB, & par consequent les complemens AB, AC. Je dis que cela suffit pour resoudre le triangle ABC, & pour trouver tant la base BC, que l'angle CBA. Secondement, on connoist tous les costés du triangle FBC, donc on aura l'angle FBC; & ôtant de à l'angle CBA, on aura l'angle ABF. Troisiémement dans le Triangle ABF, les costés AB, BF, & l'angle ABF estant connus, on trouvera facilement la base AF, c'est à dire le complement de l'élevation du Pole.

PROPOSITION XXIV.

Trouver la latitude par deux estoiles qui se couchent, ou se levent en mesme temps.

JEstime fort les propositions suivantes, parce qu'elles sont indépendantes des observations de la hauteur des estoiles.

Je suppose donc qu'on observe que deux estoiles connuës A & B se levent, ou se couchent en mesme temps. J'appelle estoiles connuës, celles dont on sçait la declinaison, & l'ascension droite ; car ostant la plus petite ascension droite de la plus grande, on en connoistra la difference ascensionelle CD, ou l'angle AEF. Ie suppose aussi qu'on connoisse les declinaisons CA, DB, & leurs complemens AE, BE. : donc dans le triangle ABE, on connoistra par trigonometrie l'angle ABE. On pourra ensuite resoudre le triangle BFE, disant, comme le Sinus total est au Sinus de l'angle EBF, ainsi le Sinus du costé EF, au Sinus de l'élevation du Pole EF.



Si on avoit les Tables des differences ascensionelles, on pourroit éviter la supputation de ces triangles, cherchant dans quelle latitude, l'excés de la difference ascensionelle de l'étoile qui decline le plus, par dessus la diference ascensionelle de celle qui decline le moins, est égal à la difference des ascensions droites des étoiles, c'est à dire à l'arc CD. Car l'arc ID est la difference ascensionelle de B, & IC de A ; & CD l'excés de l'une par dessus l'autre. Ie n'explique pas davantage cette doctrine, parce que je ne croy pas pour un cas particulier, estre obligé à donner la Table des differences ascensionelles. Si toutefois vous les aviez, ayant osté l'ascension droite d'une estoile, de celle de l'autre, pour en avoir la difference ; consultez la Table des differences ascensionelles pour la latitude, dans laquelle vous croyez estre : puis ostez la difference ascensionelle d'une estoile de celle de l'autre, si elles sont toutes deux au Nord, ou toutes deux au Sud ; ou ajoûtez-les ensemble, si elles sont de diverse espece : l'excés de l'une par dessus l'autre, ou la somme des deux, doit estre égale à la difference des ascensions droites, si vous avez bien choisi la latitude.

Vous pouvez aussi connoistre la latitude par le lever d'une estoile, & par le coucher d'une autre, vous servant des differences ascensionelles. Ie n'explique pas les differens cas qui peuvent arriver, aimant mieux qu'on se serve de la trigonometrie, que de la Table des differences ascensionelles.

Pour avoir plus exactement la latitude, ne choisissez pas des estoiles qui soient trop proches l'une de l'autre. Ne comparez pas aussi celles qui sont demidiametralement opposées : ny celles qui se levent dans un quart de cercle, par exemple

depuis le Nord jusqu'à l'Est, avec celles qui se couchent dans le quart de cercle opposé, qui est depuis le Sud jusqu'à l'Oüest, parce qu'une petite faute vous pourroit trop éloigner.

PROPOSITION XXV.

Trouver la latitude par deux estoiles qui se levent, ou se couchent l'une aprés l'autre.

Estant tres-difficile de remarquer deux estoiles connuës, qui se levent, ou qui se couchent precisément au mesme temps : il faut nous servir de deux estoiles, qui se couchent peu de temps l'une aprés l'autre, mesurant le temps d'entre-deux par le moyen du poudrier, ou du pendule libre. Ayant donc un pendule de trois pieds, & huit lignes & demy, mesure de Paris, qui employe une seconde à faire une simple vibration : supposons que l'estoile A se couche, & l'estoile B est encore sur l'horison. Ie me sers du pendule, & je compte ses vibrations, jusqu'à ce que l'estoile B se couche. Si j'en ay compté cinq cens, divisant ce nombre par quatre, j'auray cent vingt-cinq minutes de degrés, qui font deux degrés, cinq minutes ; donc l'arc BG est de deux degrés, cinq minutes. Par consequent, le poinct G éloigné de l'estoile B de deux degrés, & cinq minutes, s'est couché avec l'estoile B. Prenez le poinct G comme une estoile, qui se couche en mesme temps que l'estoile A ; vous aurez son ascension droite, ostant l'arc BG de l'ascension droite de l'estoile B, si c'est au coucher, parce que le compte des ascensions droites se fait d'Occident en Orient. Ainsi vous servant de l'estoile A, & du point G, comme si c'estoit une estoile, vous aurez la latitude par la pratique de la proposition precedente.

PROPOSITION XXVI.

Trouver la latitude par le temps, qui est entre le lever, ou le coucher d'une étoile, & le meridien d'une autre.

Quoy qu'il soit tres-difficile de déterminer precisément le temps auquel une estoile passe par le meridien, parce que les hauteurs sont les mesmes durant quelque temps en cet endroit : neantmoins on peut, autrement que par les hauteurs, sçavoir quand l'estoile qui est à la jointure de la cassiopée, ou celle qui est au timon du grand chariot, sont au cercle de Midy, tant au dessus, qu'au dessous du Pole. Car lors qu'un a plomb coupe l'estoile polaire, & ces estoiles, elles sont au meridien. Ainsi le poinct de l'équateur, qui marque leur ascension droite, passe aussi par le meridien : & ajoûtant quatre-vingts dix degrés, vous aurez le poinct de l'équateur qui se leve ; ou bien les ostant, celuy qui se couche. Que ce soit le point E, comptez les vibrations du pendule, jusqu'à ce qu'une estoile B, bien éloignée de l'équateur se leve, ou se couche : reduisant les vibrations en

degrez, vous sçavez l'arc BG ; lequel estant soustrait de l'ascension de l'étoile, vous trouverez l'ascension droite du point G, qui sera le point O : l'arc OE sera la difference ascensionnelle, laquelle estant cherchée dans la table, donnera la latitude : c'est à dire qu'ayant la declinaison de l'etoile, & cherchant sous quelle latitude, une telle declinaison donne tant de difference ascensionnelle, vous aurez aussi la latitude.

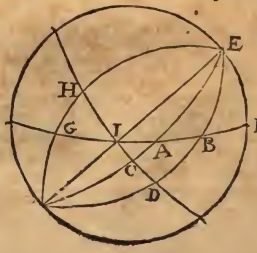
Si vous voulez une analogie dans le triangle GOE ; faites, comme le sinus EO, au sinus total ; ainsi la tangente de GO, qui est la declinaison de l'étoile, à la tangente de l'angle OEG, qui est celuy du complement de l'elevation du pole.

PROPOSITION XXVII.

Trouver la latitude par la difference des amplitudes ortives de deux étoiles.

QUand deux étoiles bien éloignées l'une de l'autre, se couchent presque en méme temps, observez l'arc de l'horizon, qui est compris entre l'une & l'autre : & parce que la bousſole n'est pas assez grande, pour donner précisément la grandeur de cet arc, prenez-le avec la fleche, ou par le quartier Anglois, ou par quelqu'autre instrument que ce soit. Consultez ensuite les amplitudes ortives, sous le titre de la latitude du lieu où vous croyez estre ; & ayant pris les amplitudes ortives qui répondent aux declinaisons des étoiles, ajoûtez-les ensemble, si les declinaisons sont de diverse espece ; ou bien ostez la plus grande de la plus petite, si elles sont de méme espece. Le restant doit estre égal à l'arc de l'horizon, qui est entre une étoile & l'autre. Supposé que vous ayez pris la vraye latitude ; s'il y a de la difference, il en faut choisir une autre.

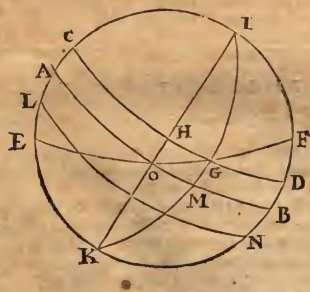
La trigonometrie peut aussi soudre ce probleme : car dans la figure de la Proposition 24. l'arc AB estant connu, & les arcs AE, BE, qui sont les complemens des declinaisons ; on trouvera facilement l'angle ABE. Ainsi dans le triangle EBF, faisant, comme le sinus total, au sinus de l'angle EBF ; ainsi le sinus du costé EB à un quatriéme ; vous aurez le sinus de l'arc EF de l'elevation du pole. On pourra comparer une étoile qui se leve, avec une qui se couche, pourveu que l'on observe exactement le degré de la bousſole, auquel elles répondent, quand elles se couchent. Vous pourrez méme comparer deux étoiles, qui ne se couchent pas en méme temps, cela ne faisant rien à cette pratique : mais il est plus difficile d'observer la difference de leurs amplitudes ortives.



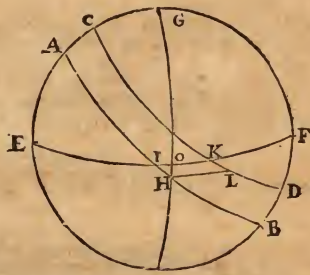
PROPOSITION XXVIII.

Trouver la latitude par la durée de l'arc diurne ou nocturne.

LA science des climats nous peut facilement fournir une methode pour connoistre la latitude. Observez precisément la durée du jour, ou si vous trouvez cela trop ennuyeux, choisissez l'arc diurne d'une étoile, qui soit si australe, qu'elle ne demeure que quelques heures sur l'horizon, ou si Boreale qu'elle n'employe que deux heures sous l'horizon. Quand donc une étoile se couche fort proche du Nord, tournez un poudrier, & quand il sera coulé, retournez-le jusques à ce que la méme étoile se leve. Et pour sçavoir precisément à quelle partie d'heure elle s'est levée, servez-vous du pendule, & comptez ses vibrations jusques à la fin de l'heure; ainsi vous sçaurez combien il faudra oster de l'heure entiere: ou si l'heure est fort peu commencée, tournez l'horloge, & faisant repasser ce qui estoit desja passé, comptez les vibrations. Si vous aviez quelque horloge à pendule, vous pourriez sçavoir plus precisément & plus facilement le temps que l'étoile a employé dessous l'horizon. Je dis que ce temps vous donnera fort exactement la latitude. Que AB soit l'équateur, CD le parallele que décrit l'étoile, BD sa declinaison, par exemple de 60 degrez: & que le temps qu'elle a employé sous l'horizon, soit de 6 heures: partagez-le par la moitié, & vous aurez GD de 3 heures, & le reste GH sera aussi de 3 heures, aussi bien que OM. Dans le triangle OGM, faites, comme le sinus de l'arc OM, qui se nomme la difference ascensionnelle, c'est à dire le reste jusques à 6. heures, ayant osté l'arc semi-nocturne, au sinus total du quart de cercle OB; ainsi la tangente de la declinaison MG, à la tangente de BF, qui est le complement de l'élevation du pole FI.



On doit avoir égard à la refraction laquelle eſtant d'environ 34 minutes, peut faire une grande erreur. Il faut donc corriger ainſi l'élevation du pole que vous aurez trouvée. Que AB ſoit l'équateur, EF l'horizon: tirez du Zenith G, le vertical GH; que OH ſoit la refraction dans le cercle vertical; il faut ſçavoir combien HI fait de minutes dans l'équateur, diſant, comme le ſinus de l'angle OIH, qui eſt le complement de la hauteur du pole, au ſinus total, ou de l'angle droit IOH; ainſi le ſinus de OH de 34 minutes au ſinus de HI. Faites auſſi, comme le ſinus du complement de la declinaiſon BD, qui eſt le demi-diametre du parallele CD, au ſinus total, qui eſt le demi diametre de l'équateur; ainſi reciproquement le nombre des degrez ou des minutes, qui ſont en HI, aux degrez & minutes de l'arc KL, que la refraction emporte dans le parallele, faiſant lever trop toſt l'étoile, ces degrez & minutes du parallele, qui répondent à la refraction, ſeront oſtez de l'arc ſemi-nocturne de la méme étoile; & avec cet arc ſemi-nocturne, ainſi corrigé, il faut ſupputer encore une fois la latitude: ainſi elle ſera plus juſte & plus veritable que la premiere. On peut encore inventer d'autres moyens pour trouver la latitude; mais celles que j'ay données, ſuffiſent pour la navigation.



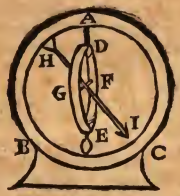
PROPOSITION XXIX.

Trouver la latitude par une aiguille aymantée.

JE propoſe cette pratique plûtoſt par curioſité, que par eſperance qu'on en puiſſe tirer quelque avantage pour la navigation, quoy que je croye qu'elle merite bien qu'on en faſſe quelques eſſays.

Faites une éguille d'acier HI, ſuſpenduë par les deux pivots G & F, & dans un parfait équilibre, avant que de l'avoir approché de l'aymant. Dés qu'elle l'aura touchée, elle perdra ſon équilibre, & le bout I, qui devroit aller vers le Nord, s'abbaiſſera en ce païs-cy: de ſorte que vous pourrez voir de combien elle eſt inclinée, ſi vous divi&ez en degrez le cercle HI.

L'angle



L'angle de l'inclination de cette aiguille, n'eſt pas égal à celuy de l'élevation du Pole ; & on a de la peine à en donner la juſte proportion, & la regle generale. Gilbert a obſervé qu'à Londres, qui eſt au cinquantiéme degré de latitude, l'inclination eſtoit de ſoixante & onze degrés, & quatre minutes. Cabée l'a trouvée de cinquante-quatre degrés dans la latitude de quarente-cinq. Et Kirker l'a obſervée de ſoixante cinq degrés, & cinquante minutes à Rome, qui eſt au quarante-deuxiéme de latitude : & de 59. 15. à Malte, qui eſt au trente-cinquiéme degré.

Pour en avoir une Table bien exacte, il faudroit faire quantité d'experiences. L'on peut encore poſer un aymant ſpherique ſur une Table ; & faiſant un grand cercle, tranſporter un quadrant aux divers degrés, de ce cercle, & remarquer l'inclination qu'auroit l'éguille, en chacun, eu égard à la pierre : car ce ſera la même qu'elle aura, eſtant tranſportée aux diferens degrés de la latitude de la terre. Ie propoſe trois Tables bien differentes entr'elles, & qui montrent qu'on n'a rien d'aſſeuré ſur cette matiere. Cette invention neantmoins ſeroit tres-utile, ſi on pouvoit en donner des regles infaillibles.

Ie croy qu'on doit plûtoſt s'arrêter à la Table du Pere Cabée, parce que nos Peres allant à Goa, la trouverent conforme aux latitudes dans tout l'hemiſphere boreal : peut-eſtre que l'aiguille ſe roüillaſt, & perdiſt ſon équilibre. C'eſt pourquoy il faudroit ſçavoir le moyen de la corriger ; ce qui ſe pratique, en luy oſtant ſa vertu, & luy donnant la contraire : car pour eſtre juſte, il faut qu'elle s'incline autant d'un de ſes bouts, qu'elle s'eſtoit inclinée de l'autre.

PROPOSITION XXX.

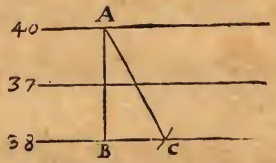
Correction de l'eſtime dans une ſimple courſe.

TOut ce que nous avons dit de la latitude, ne tend à autre fin, qu'à corriger l'eſtime du chemin, en cas que nous nous ſoyons trompez, comme il n'arrive que trop ſouvent. Les Problemes que nous avons expliqués, dans les deux Livres precedens, nous enſeignent à trouver le lieu où eſt arrivé le Navire ; mais parce que les principes ſur leſquels nous avons eſtabli nos pratiques, ne ſont pas infaillibles, eſtant fondées ſur l'eſtime du chemin dans le-

quel il est facile de se tromper, & sur le rumb de vent qui peut estre different de celuy que la bousſole nous montre, à cauſe de ſa declinaiſon, ou des courans qu'on rencontre dans la mer: Il ne nous reſte que la latitude, pour nous remettre en chemin, & pour nous donner une connoiſſance plus certaine du lieu où nous ſommes arrivez. Cette correction eſt plus aiſée quand nous n'avons fait qu'une ſimple courſe, c'eſt à dire quand nous avons ſuivy le meſme rumb de vent.

Je dois donc enſeigner icy ce qu'il faut faire quand la latitude obſervée, eſt differente de la latitude eſtimée, c'eſt à dire de celle où noſtre eſtime nous met.

1. Regle. Si la courſe eſtant par Nord & Sud, voſtre eſtime vous donne un autre parallele, que l'obſervation de la latitude: Il faut corriger vôtre eſtime, dans le meſme meridien, & dans le parallele obſervé. Par exemple, eſtant party du point A, du 40. parallele, & la courſe eſtant par le Sud, mon eſtime portoit 145. milles qui font deux degrez vingt-cinq minutes: & neantmoins en prenant hauteur, je ne trouve que deux degrez de difference, je place mon point en B, dans le parallele trente-huitiéme.

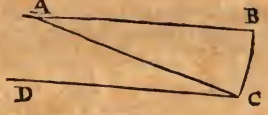


2. Regle. Si ayant navigé par le meridien, vous trouvez que vous ne changés pas de latitude, à proportion du chemin que vous avez fait, il faut que vôtre rumb ſoit faux, non pas à cauſe des courants, comme a voulu dire Snellius, puiſque ces courans cachez n'agrandiſſent pas le chemin, en ſorte qu'il paroiſſe plus grand; mais parce que vous n'avez pas bien obſervé la declinaiſon de la bouſſole. Si on pouvoit par quelque circonſtance trouver de quelle eſpece a eſté la declinaiſon, il faudroit avoir égard à la quantité du chemin, la prenant entre les pointes du compas, & decrivant du point A, un arc qui couperoit le parallele obſervé en C, & ce ſeroit le point auquel on eſt arrivé. L'on peut encore trouver le point C; ou par ſupputation, ou par le quarré de reduction. Que ſi vous ne pouvez pas juger de quel coſté a eſté la declinaiſon, placés voſtre point dans le meſme meridien.

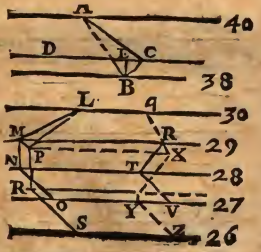
3. Regle. Si ayant couru ſuivant la bouſſole, par Eſt, Oüeſt, l'obſervation de la latitude vous donne le méme parallele, elle ne pourra pas corriger l'erreur, s'il y en avoit; ny vous faire connoiſtre ſi quelque courant vous a arreſté, ou vous a fait courir avec plus de viteſſe, que vous ne croyez. Ainſi un Navire allant à l'Iſle de Sainte Helene ſous le ſeiziéme parallele du Sud, aprés pluſieurs

jours d'une navigation tres-heureuse en apparence, se trouva reculé vers l'Oüest. C'est pourquoy quand on apprehende quelque chose de semblable, les habiles Pilotes ayment mieux prendre vne autre route, afin que le changement de la latitude, leur découvre l'erreur.

4. Regle. Si croyant courir sous le mesme parallele, l'observation de la latitude, montre que vous ne l'avez pas suivy; vous devez retenir la quantité du chemin, que vous donne vostre estime, qui seront les milles d'Est & Oüest, & les reduire en degrez de longitude, suivant le changement de latitude que vôtre observation vous donnera. Comme estant parti du point A, par le parallele AB, si vôtre observation vous place dans le parallele DC: gardant la même quantité de chemin, c'est à dire que AC, soit égale à AB, vous devez marquer vôtre point en C.



5. Regle. Si allant par un rumb incliné, la latitude estimée se trouve differente de l'observation, il faut necessairement qu'il y ait quelque faute, ou dans l'estime du chemin, ou dans le rumb qu'on a tenu. Si vous estes plus asseuré de la quantité du chemin, que du rumb, soit à cause que vous n'avez pas observé la declinaison de la bousole, soit parce que vous estes dans un endroit, où les courans sont ordinaires: il faudra retenir vostre estime touchant les milles, & changer le rumb.



Par exemple, si un Vaisseau party du poinct A, qui est au quarantiéme parallele, a couru par le rumb AC deux cens milles, de sorte que selon l'estime, on le doive placer au poinct C du parallele trente-septiéme, & quarante minutes; mais ayant observé la latitude, on trouve trente-huit degrés: Il faut retenir les deux cens milles; & vous servant du changement de la latitude, que vous donne l'observation, vous determinerez le changement de la longitude. Ou si vous agissez sur une Carte, mettez le pied du compas en A; & étendant l'autre jusqu'en C, faites un arc, qui coupe le trente-huitiéme parallele au poinct B, qui sera le lieu où l'on est arrivé.

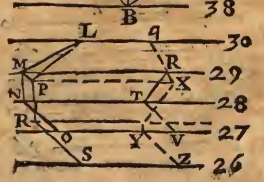
Au contraire, si vous estes plus asseuré du rumb, que de la quantité du chemin, il faut retenir le rumb de vent, & changer la quantité du chemin. Par exemple, si ayant couru par le rumb AB, vostre estime vous place dans le parallele DC, & l'observation vous donne le parallele trente-huitiéme: Poursuivez le rumb AB, jusqu'à ce qu'il coupe le parallele trente-huitiéme; c'est à dire, servez-vous du rumb, & du changement de la latitude, pour trouver le changement de la longitude.

Enfin, si vous doutez autant du rumb, que de la quantité du chemin, il faut partager le different. Par exemple, si croyant avoir couru par le rumb AB, & estre arrivé au poinct B du parallele trente-huitiéme, l'observation de la latitude vous donne le parallele DC: retenez la longitude du poinct B, tirant la perpendiculaire BE, & faites le poinct en E.

PROPOSITION XXXI.

Correction d'une course composée.

NOus appellons course composée, celle où nous avons suivy des rumbs differens; ce qui peut arriver pour plusieurs raisons. Premierement, à cause des caps qu'il faut doubler. Secondement, à cause des vents contraires, qui nous obligent à changer de route, pour nous en servir. Toutes les routes qui vont au Nord en deçà de la ligne, augmentent la latitude: celles qui vont au Sud, la diminuënt. L'Est augmente, & l'Ouëst diminuë la longitude.



1. Regle. Dans une course composée de rumbs differens, dont quelques-uns vont au Nord, & les autres au Sud : si la latitude observée est autre, que ne porte l'estime, on doit retenir la mesme longitude, & transporter le poinct dans le parallele observé. Comme si estant party du poinct Q, vous croyez estre arrivé au poinct V, en la latitude de vingt-sept degrés, & l'observation n'en trouve que vingt six ; retenez le mesme meridien, & faites vôtre poinct en Z.

2. Regle. Si tous les rumbs vont au Sud, ou tous au Nord, on les pourra tous corriger, distribuant à chaque course la difference qui est entre la latitude observée, & la latitude estimée. Par exemple, le Vaisseau estant party du poinct L dans le parallele trentiéme par les rumbs LM, MN, NO. Si l'estime donne le point O du parallele vingt septiéme, & l'observation donne vingt six, la difference est d'un degré, qu'il faut partager, selon que l'estime faisoit changer la latitude en chaque route. Par exemple, tout le changement de latitude, selon l'estime, estoit de trois degrez ; supposé que dans la premiere course, l'estime faisoit changer d'un degré, qui est le tiers, je l'augmente du tiers de la difference, c'est à dire de vingt minutes : puis retenant le mesme chemin, je change le rumb ; & au lieu du poinct M, je fais le poinct P. I'en fais de mesme dans les autres routes, & je trouve le poinct S.

Enfin, si les rumbs estoient plus asseurez que le chemin, il faudroit retenir les mesmes rumbs, agrandissant seulement les courses. Comme si estant party du poinct Q, aprés ces trois courses QR, RT, TV, croyant n'estre arrivé qu'au parallele vingt-septiéme, je trouve le parallele vingt-sixiéme : il faudra agrandir chaque course ; & au lieu de QR, marquer QX ; au lieu de RT, mettre XY ; au lieu de TY, marquer YZ, selon la proportion de leur longueur.

PROPOSITION XXXII.

L'importance du secret des longitudes.

LA science de la navigation seroit dans sa perfection, si nous avions trouvé le secret des longitudes ; c'est à dire quelque maniere d'observer en mer la longitude, ou le meridien auquel nous sommes arrivez, de mesme façon que nous observons la latitude, ou combien nous sommes éloignez de la ligne. Nous n'aurions pas presque besoin de tenir compte du chemin que nous aurions fait, ny de la route que nous aurions tenuë : au moins nous pourrions corriger parfaitement nostre estime, & montrer avec asseurance sur la Carte, l'endroit où nous serions arrivez. Car joignant ensemble ces deux observations ; c'est à dire, sçachant la longitude & la latitude d'un pays, nous ne serions plus en peine, ayant deux caracteres qui le distinguent de tout autre. Supposons, par exemple, que j'aye observé la latitude Nord de trente degrez, il est certain que je suis dans le parallele, éloigné de trente degrez de la ligne tirant vers le Nord. Supposons que je puis aussi observer la longitude, c'est à dire combien le meridien du lieu où je suis, est éloigné du premier, ou de celuy d'où je suis party, je pourray trouver ce meridien sur la Carte ; & le poinct où le trentiéme parallele coupe ce meridien, sera infailliblement le lieu où je suis arrivé.

La difficulté de ce probleme consiste, en ce que si nous considerons le Ciel de l'Occident à l'Orient, nous n'avons aucun poinct fixe, qui serve comme de base à nos observations, ainsi que le Pole par son immobilité, rend la latitude facile à observer.

C'est ce fameux probleme qu'on cherche depuis deux ou trois siecles, & qui seroit beaucoup plus avantageux que la quadrature du cercle, ou la duplication du Cube. C'est pourquoy il ne se faut pas étonner si les François, les Anglois, & les Hollandois ont proposé une recompense si considerable à celuy qui en viendroit à bout.

PROPOSITION XXXIII.

Plusieurs manieres d'observer la longitude.

LEs Astronomes observent la longitude, ou la distance d'un meridien à l'autre par les Eclipses. Par exemple, si deux Astronomes observent à quelle heure commence une Eclipse de Lune en deux differens endroits; que l'un la trouve à une heure aprés midy, & l'autre à deux, leurs meridiens seront éloignez l'un de l'autre d'une heure, ou quinze degrez.

Il en est de mesme, si ayant supputé une Eclipse de Lune pour un meridien, je l'observe dans un autre: la difference de l'heure supputée & de l'heure observée estant changée en degrez, donne la difference des meridiens.

Cette methode est fort inutile à la navigation, tant à cause que les Eclipses de Lune sont fort rares, qu'à cause que nos supputations n'ont pas encore l'exactitude que nous voudrions.

La seconde methode se sert de la Lune, c'est à dire de son éloignement depuis quelque estoile particuliere. Par exemple, supposons que j'aye supputé, que quand la Lune passe par le premier meridien, elle doit estre éloignée de dix degrez d'une estoile; & quand elle passe par le mien, elle n'en est éloignée que de neuf, puisque la Lune s'éloigne des estoiles de treize degrez par jour; faisant une regle de trois, je trouve qu'il luy faut prés de deux heures, pour faire ce degré. D'où je conclus qu'il faut encore deux heures à la Lune, pour arriver au premier meridien: elle est donc dans un meridien, éloigné de trente degrez du premier.

Cette pratique pourroit speculativement passer pour bonne; mais aussi si je me trompe d'un degré dans mon observation, je me tromperay de trente degrez dans la longitude: & comme on ne se peut pas asseurer en mer de cinq ou six minutes, cette methode peut nous tromper facilement de deux ou trois degrez. J'ajoûte que nous n'avons pas une hypothese de la Lune assez juste, & qu'il faudroit avoir égard à la parallaxe, & à quantité d'autres incidens, qui passent la portée des Pilotes.

Nous avons vû ces jours passez une personne, qui s'est presentée, comme ayant le secret des longitudes: il prenoit la hauteur de deux estoiles, & de la Lune en mesme temps; & en concluoit la longitude; mais comme il n'a pas voulu dire son secret, je dois croire qu'il n'y a pas réüssi, pour les raisons que j'ay apportées.

Les Satellites de Jupiter sont quatre petites estoiles, qui roulent continuellement autour de ce planete : la premiere en quarante-deux heures ; la seconde en trois jours, & trois heures ; la troisiéme en sept jours ; la quatriéme en seize jours dix huit heures. Ces estoiles entrent dans l'ombre de ce planete, de sorte que presque toutes les nuits, il y en a quelqu'une éclipsée. Si donc on avoit une fois reglé le mouvement de ces Astres, on pourroit trouver la longitude par l'heure en laquelle arriveroit une de ces Eclipses, la comparant avec l'heure à laquelle elle devroit arriver dans un meridien particulier. Mais ces estoiles ne pouvant estre observées qu'avec des lunettes bien longues, cette maniere est tout-à-fait inutile sur mer. Aussi bien que celle qu'on avoit établie sur le mouvement d'une tache dans Jupiter, laquelle achevoit son tour dans neuf heures.

PROPOSITION XXXIV.

Methode d'observer la longitude par des horloges.

IL est certain que si nous pouvions avoir un horloge qui fust juste, nous viendrions facilement à bout de ce probleme. Quelques-uns ont voulu se servir d'une clepsydre : Dudlée fonde presque toutes les pratiques qu'il nous donne, sur un horloge fait par le Mercure, qui mesuroit exactement le temps. Tycho-Brahé, avant luy, s'en estoit voulu servir pour mesurer le mouvement des Astres, suivant l'exemple des Egyptiens, qui determinoient ainsi celuy du Soleil, & particulierement les ascensions droites des estoiles, à mesure qu'elles passoient par le meridien. Mais il faut estre asseuré que ce Mercure coulast toûjours également ; & que les differentes qualitez de l'air, ne le fissent jamais aller ou plus vîte, ou plus doucement. Ie laisse à part les dépenses d'une si grande quantité de Mercure.

Quelques autres ont voulu se servir d'un poudrier de vingt-quatre-heures, qui seroit bien éprouvé auparavant, & qui nous donneroit pour le moins une fois le jour, l'heure qu'il est au lieu de nostre départ.

Les horloges à pendule seroient encore plus commodes, s'ils avoient l'exactitude precise qu'on en avoit esperé. Mais quelque précaution qu'on y apporte, & de quelque correction qu'on se serve, joignant deux horloges ensemble, & attachant le bout de leurs pendules par un filet, ou y ajoûtant une cycloïde qui égale les vibrations, on y remarque toûjours quelque inégalité, causée par le divers temperament de l'air : & de fait, on a trouvé que dans la Cayenne, qui est au quatriéme degré de latitude Nord, l'horloge fait le jour plus long de quatre minutes, qu'à Paris.

Plusieurs s'estoient imaginez que la raison qui rendoit les horloges à pendule inutiles en mer, estoit que l'agitation du Vaisseau interrompoit leurs vibrations ; & que les horloges reglées par les vibrations du ressort, donneroient ce qu'on pretend. Mais il n'en va pas de la sorte : on se peut fort bien servir en mer d'un horloge à pendule, parce qu'on a trouvé le moyen de le suspendre. La methode en est facile. On attache contre un des planchers une boule d'acier, par le moyen de deux queuës ; cette boule est embrassée par un segment d'acier, un peu

plus grand qu'un hemisphere, auquel on attache une caisse longue de quatre ou cinq pieds, capable de contenir & l'horloge, & ses poids, qui glissent entre deux listeaux. On ajouste au bas de la caisse, un poids de cent livres. Cette façon de le suspendre est si delicate, que l'agitation du Vaisseau n'incommode aucunement les vibrations du pendule, particulierement si la bousole, & l'hemisphere creux qui l'embrasse, sont bien huilez, afin qu'ils ne contractent point de rouille.

La façon de se servir utilement de cet horloge, pour trouver la longitude, est aisée. On suppose qu'il soit bien essayé auparavant, & qu'il dure precisément vingt-quatre heures, d'un Midy à l'autre; ou pour le moins, qu'on en sçache precisément la durée. On suppose aussi que cet horloge estant transporté, marche de mesme façon, que s'il estoit demeuré au lieu de nostre départ: donc il nous montrera toûjours l'heure qu'il est, au lieu d'où nous sommes partis. Prenez une hauteur avant Midy, quand vous voudrez observer la longitude du lieu où vous estes arrivé, & regardez quelle heure marque l'aiguille de vostre horloge à pendule; que ce soit, par exemple, une heure aprés Midy. Prenez aussi aprés Midy plusieurs hauteurs, jusqu'à ce que vous en trouviez une égale à la premiere que vous avez prise; & remarquez quelle heure marque l'aiguille de l'horloge, que ce soit par exemple quatre heures. Partagez l'intervalle d'entre une heure, & quatre par le milieu, vous trouverez deux heures & demy. D'où vous conclurez qu'il est Midy au lieu où vous estes arrivé, quand il en est deux & demy au lieu de vostre départ: & ainsi vous estes plus occidental de trente-sept degrez & demy.

Vous pouvez faire le mesme, quand le Soleil se leve, & se couche: mais cet intervalle est si long, qu'il faudroit avoir égard au chemin que fait le Navire pendant ce temps-là.

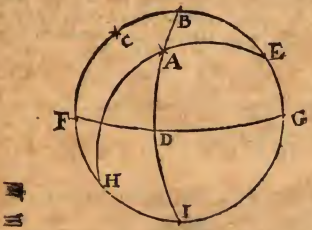
PROPOSITION XXXV.

Ayant la hauteur du Soleil, sa declinaison, & la latitude, trouver l'heure.

CEtte Proposition peut estre utile pour trouver la longitude, en cas qu'on eust un poudrier bien juste de vingt-quatre, ou pour le moins de douze heures; ou un horloge à pendule. Quand le poudrier aura achevé de couler, je sçauray quelle heure il est dans le lieu d'où je suis party: il ne reste que de connoistre exactement l'heure qu'il est au lieu où je suis arrivé. Les quadrans au Soleil, ny mesme les Astrolabes ne sont pas assez exacts pour cette pratique: il faut donc la trouver par la Trigonometrie. Je suppose que par les Propositions precedentes, on sçache la latitude du lieu où l'on est arrivé; qu'on sçache aussi la declinaison du Soleil, & qu'on observe sa hauteur. Je dis que ces trois choses estant connuës, on sçaura facilement l'heure.

Demonstration. Que BE soit le meridien; B, le zenith; E, le pole; AD, la hauteur du Soleil; AB, son complement; BE, le complement de l'élevation du pole; AE, la distance depuis le Soleil jusqu'au Pole, qui est le complement de sa declinaison. On connoist donc les trois costez du triangle ABE; & par les pratiques

ques ordinaires de la trigonometrie, on connoistra AEB, qui donne combien le Soleil est éloigné de midy.



Que si c'estoit de nuit, vous trouveriez en quel cercle horaire seroit une estoile, ayant pris sa hauteur : & ajoûtant l'ascension droite de la mesme estoile à celle du Soleil ; ou en ostant l'une de l'autre, vous trouveriez l'heure qu'il seroit au Soleil.

PROPOSITION XXXVI.

Remarques sur les heures.

QUoy que nous eussions un poudrier bien juste de vingt-quatre heures, ou un horloge à pendule, tel que nous souhaitons, il faudroit neantmoins faire quelques reflexions sur ses heures, parce que ces horloges nous donneroient des jours tout-à-fait égaux, & les jours de vingt-quatre heures ne le sont pas. Car, puisque le Soleil par son mouvement propre, se retire vers l'Orient ; le jour naturel de vingt-quatre heures depuis un Midy jusqu'à l'autre, contient une revolution entiere du Ciel, & encore la partie de l'équateur, qui répond à l'arc que le Soleil a fait par son mouvement particulier : or le Soleil ne se meut pas également dans son écliptique, au moins eu égard à la terre ; son mouvement aussi n'a pas toûjours le mesme biais. Ce sont deux irregularitez, qui rendent les jours inégaux : c'est pourquoy les Astronomes distinguent deux sortes de jours, & d'heures, c'est à dire les heures apparentes, telles que le Soleil les fait, & les heures moyennes & égales. Or, parce que tous les mouvemens celestes se doivent mesurer par un temps qui soit égal & uniforme, ordinairement le lieu des astres que les Tables Astronomiques nous donnent, regarde le temps égal. Ainsi

pour agir avec toute l'exactitude qu'on peut ſouhaiter, il faudroit mettre l'horloge, non pas ſur l'heure apparente & commune du lieu du départ, mais ſur l'heure du temps moyen: & quand on obſerveroit au lieu, dont on voudroit ſçavoir la longitude, ayant trouvé l'heure apparente, il faudroit conſulter la Table, pour la reduire à l'heure égale. Je ne m'arreſte pas davantage à cette pratique, & je ne donne pas la Table propre pour corriger cette inégalité, la jugeant inutile, juſqu'à ce que nous ayons rencontré des horloges aſſez juſtes, pour reſoudre le probleme de la longitude.

DE L'ART DE NAVIGER.

LIVRE SEPTIE'ME.

Diverſes pratiques & remarques, tres-utiles aux Pilotes.

POUR *ne rien omettre de ce qui peut eſtre utile à la navigation, j'enſeigne dans ce Livre le compte qu'on doit tenir des routes, & du chemin que le Navire a fait, & de toutes les autres particularitez. Ce ſont ces remarques qui forment le Iournal. Secondement, je montre la façon de lever le plan d'un Port, & d'une coſte entiere. 3. Ie remarque les erreurs que peuvent cauſer les principaux Courans, qui ſe trouvent dans toutes les mers, tant les ordinaires, que les periodiques. 4. Ie traitte du flux & reflux de la mer, & du temps auquel il arrive en divers pays. Cinquiémement, des vents reglez. Sixiémement, du temps propre à diverſes navigations: & en dernier lieu des Signes, & pronoſtiques des tempeſtes.*

PROPOSITION PREMIERE.

Les remarques de chaque heure.

LE Pilote ne ſe doit pas fier à ſa memoire, mais il doit écrire tout ce qui ſe paſſe touchant la courſe du Navire. Je ne puis concevoir comment celuy qui ne peut rien mettre ſur le papier, entreprend une navigation de long cours. Cependant pluſieurs des Pilotes de Marſeille, ne ſçavent ny lire, ny écrire; ce qui eſt peut-eſtre la ſource de la plûpart de leurs naufrages, & de leurs égaremens, une erreur de deux cens milles ne paſſant pas pour extraordinaire parmy eux. Quoy qu'il en ſoit, un Pilote diligent doit tout écrire; & chaque Pilote particulier doit remarquer pluſieurs choſes pendant ſon quart, pour en faire ſon rapport.

J'ay vû dans un vaiſſeau Anglois, nommé le grand Samſon, dans lequel j'ay paſſé de Conſtantinople à Livourne, que pour ſoulager le Pilote qui eſtoit de quart, on expoſoit une Table noire diviſée par quarreaux, où l'on écrivoit toutes les particularitez de la courſe.

Il seroit à propos que le jour estant diviſé en trois parties, & pareillement la nuit, on euſt dans chaque Vaiſſeau ſix Tables noires, qui euſſent chacune ſept ou huit colonnes, & huit rangs, ou pour chaque demi-heure, dans leſquels on pourroit marquer les choſes ſuivantes.

Demi-heures.	Milles.	Rumb.	Valeur de Rumb.	Vent.	Force du Vent.	Latitude observée.	Declinaiſon de la Bouſſole.
1.	3.	N N E.	N $\frac{1}{4}$ NE. derriere.	S S O.	Mediocre.	45. 10	4. 30 Est.
2.	2 $\frac{1}{2}$	N N E.	N $\frac{1}{4}$ NE. derriere.	S S O.	Plus foible.		
3.	3 $\frac{1}{2}$	N $\frac{1}{4}$ NE.	Le meſme.	S S O.	Plus frais.		
4.	4.	N $\frac{1}{4}$ NE.	N.	S $\frac{1}{4}$ S E.	Vent fraiſ.		

Dans la premiere colonne, ſont marquées les demi-heures ; dans la ſeconde, les milles qu'on a faits ; dans la troiſiéme, le rumb ſur lequel on a mis le cap, ou prouë du Navire : dans la quatriéme, la valeur du rumb, c'eſt à dire prenant garde à la marée s'il y en a, à la declinaiſon de la bouſſole, & à la derive du Vaiſſeau, quand le vent eſt non ſeulement de coſté, mais encore de quartier, ou de bouline. J'ay toûjours crû que cette dérive ſe pouvoit facilement déterminer, regardant la trace du Navire, laquelle paroiſt en mer ; de ſorte que du rumb de vent auquel elle tombe, on peut conclure que le Vaiſſeau court par le rumb oppoſé.

Sur ces remarques particulieres qu'on rapporte par enſemble, pour le moins une fois chaque jour, on doit déterminer le lieu où l'on eſt arrivé : & le maître Pilote en compoſe le Journal, qu'il doit conſigner à l'Admirauté, ſelon la loüable coûtume de pluſieurs endroits. Cette obligation rend les Pilotes tres-ſoigneux à faire quantité de remarques, dont on peut faire enſuite les portulants, pour ceux qui doivent naviger aux meſmes lieux.

PROPOSITION II.

Du Iournal.

LA façon de dreſſer le Journal, eſt preſque la meſme que celle de tenir le compte d'un jour, ſi ce n'eſt qu'on aſſemble tout le chemin qu'on a fait par le meſme rumb, ce qui le rend beaucoup plus court. On doit ajoûter à la fin non ſeulement le lieu où l'on croyoit eſtre arrivé par la ſeule eſtime, mais encore le veritable, corrigé par l'obſervation de la latitude. Quelques-uns y ajoûtent leurs calculs en chiffres : mais comme la plûpart pointent leurs routes, ou par le quarré de reduction, ou meſme par la Carte, ſans y employer l'Arithmetique ; je ne croy pas qu'il ſoit neceſſaire de le charger inutilement des chiffres qu'on a em-

ployez pour trouver le lieu où l'on eſt. Il ſuffit d'indiquer ce qu'on a jugé, principalement à midy quand on a pris hauteur, par laquelle nous nous reglons & corrigeons noſtre eſtime, determinant la longitude, & la latitude du lieu où nous ſommes arrivez. Or pour faire entendre la methode de ce Journal, j'en donne un exemple.

AU NOM DE DIEU.

Papier Iournal 1666.

LE 26 jour de Janvier *1666* le vent eſtant Nord-Eſt, nous ſommes ſortis du Havre de Dieppe, pour, Dieu aidant, faire le voyage des Iſles de l'Amerique, dans le navire nommé l'Eſperance, appartenant à Meſſieurs de la Compagnie des Indes Occidentales : duquel navire apres Dieu eſt Capitaine N. le Lieutenant N. le premier Pilote N. Dieu nous veüille donner bon voyage. Amen.

Nous nous ſommes mis en rade, & avons moüillé environ à 14 braſſes d'eau, pour attendre le vent favorable, & la commodité des Marchands & Paſſagers, & y avons demeuré juſques au premier de Février.

Vents.		*Routes.*	*Milles*
	Le premier Février à l'aube du jour, nous avons mis le cap à l'O $\frac{1}{4}$ SO. juſques au lendemain matin à 10 heures. Cette route ne nous a valu à cauſe de la marée		
Eſt M. V.	que l'OSO, auquel rumb de vent nous avons fait par eſtime 51 milles ou 17 lieuës. Le vent eſtant Eſt.	OSO.	51
	Le 2 jour à 10 heures du matin, le vent eſtant venu au Nordoüeſt, nous avons eſté obligez de relâcher à la		
N. O. V. C.	rade de Hoc, proche du Havre de Grace, auquel effet, nous avons mis le cap au SE, & avons fait 10 lieuës, y arrivant à 5. du ſoir, & y avons reſté juſques au 12, que le vent s'eſt mis à l'Eſt.	SE.	30
	Le 12 Février à 7 heures du matin, nous avons appareillé de la rade de Hoc, pour achever noſtre voya-		
Eſt B. V.	ge, & avons mis le cap au Nordoüeſt, les Huniers hors: mais à cauſe de la marée & de la derive, cette route ne nous a valu par eſtime que NO $\frac{1}{4}$ O, & avons fait 36 milles.	NO $\frac{1}{4}$ O	36
	Ledit jour, le vent demeurant le méme, les deux pacfix ſeulement hors, nous avons mis le cap au N. O. juſqu'à 11 heures de nuit. Cette route ne nous a valu		
	que NO. NO, fait par eſtime 45 milles ou 15 lieuës.	O. NO.	45
N. E. calme.	Depuis les 11 heures de nuit du 12 Février juſques au lendemain 13. à 7 heures du matin, nous avons mis le cap à l'ONO, qui ne nous a valu que l'O $\frac{1}{4}$ NO, fait par eſtime 21 milles.	O $\frac{1}{4}$ NO	21
	Ayant veu deux fregates Angloiſes, qui nous venoient chaſſer, nous avons mis le cap à l'autre bord,		
	ſçavoir au SE $\frac{1}{4}$ E, prenant des lancées vers l'Eſt-Sud		

Milles	Routes.		Vents.
		est, afin que la route nous valût le SE $\frac{1}{4}$ E, pour aller moüiller sous la forteresse de Cheréboun, à laquelle	
15	SE $\frac{1}{4}$ E	route nous avons fait 15 milles, & y avons resté jusques à 7 heures du soir.	
		A la faveur de la nuit, & le vent ayant un peu fraîchy, quoy que venant de l'Est, nous avons mis le cap au Nord, qui ne nous a valu que le NNO, jusques à 5 heures & demie du matin 14 du mois, que nous	
54	NNO.	avons eu la connoissance de l'Angleterre, qui nous demeuroit environ 3 milles au Nord, fait par estime 54 milles.	
		Le 14 dudit mois, depuis les 5 heures & demie du matin, le vent continuant, nous avons mis le cap à l'OSO, jusques au lendemain à midy 15 du mois, &	
132	O.S.O.	fait par estime 132 milles, ou 44 lieuës.	
		Pour lors nous estions à 12 milles au S $\frac{1}{4}$ SE du cap Lesard, d'où je commence ma navigation. Le cap Lesard est au 50 degré de latitude Norde, & au 13	
12	S $\frac{1}{4}$ SE.	degré de longitude : c'est pourquoy pointant ma route, comme si j'en estois parti par le S $\frac{1}{4}$ SE, & que j'eusse fait 12 milles : je me trouve en la latitude Norde de 49. 48, & dans la longitude de 13 degrez.	
		Depuis le midy du 15 jusques au lendemain à midy, faisant un vent d'Est bon & frais, nous avons mis le cap au SO, toutes voiles hors, qui ne nous a valu	Est, bõ frais.
144	OSO	que l'OSO, & fait par estime 144 milles.	
		Depuis le midy 16 du mois jusques au lendemain à midy 17 du mois, le vent estant Nord, nous avons mis le cap au SO $\frac{1}{4}$ O qui ne nous a valu que le SO, fait par	Nord M. V.
120		estime 120 milles ou 40 lieuës.	
		Nous avons pris hauteur, & trouvé 47 degrez 50 minutes : C'est pourquoy ayant pointé nos deux routes, & corrigé nostre estime par nostre latitude, nous avons conclu que nous estions en la latitude Norde de 47 degrez 50 minutes, & en la longitude de 8 degrez 9 minutes.	
		Depuis le midy 17 du mois, le vent estant NNO, nous avons mis le cap au SO, & fait par estime 30 milles jusques à 12 heures de nuit, que le vent estant venu à l'Oüest, nous avons esté à la bouline, & avons mis le cap au S $\frac{1}{4}$ SO, qui ne nous a valu que le Sud, fait	NNO. B. V. Oüest.
51	Sud.	par estime 51 milles.	
		Depuis minuit jusques à midy du 18, le vent estant NO,	

		Routes.	*Milles*
Vents NO. Mid. 18 Latit. obſ. 45 degrez Longit. 6 degr. 42 minut.	NO, nous avons mis le cap au SSO, qui le nous a valu, fait par eſtime 75 milles. Nous avons pris hauteur, qui a eſté de 45 degrez, & ayant pointé nos routes, & fait la correction, nous avons trouvé la longitude de 6 degrez 42 minutes. Depuis le midy 18 juſques au lendemain 19 à midy, le vent eſtant à l'Eſt, nous avons mis le cap à l'Oüeſt-l. qui le nous a valu, fait par eſtime 152 milles.	SSO. O.	75 152
Eſt M. V. NE. B. V. Variat. 3 deg. au NO	Depuis le midy 19 juſques au lendemain à 6 heures du matin, le vent eſtant venu au N. E, nous avons mis le cap à l'OSO, qui ne nous a valu que le SO $\frac{1}{4}$ O, fait par eſtime 105 milles.	SO $\frac{1}{4}$ O	105
Le 20 Midy Haut.	Depuis les 6 heures du matin du 20 juſqu'à midy, le vent continuant, nous avons mis le cap au SO, fait par eſtime 27 milles : & ayant pointé nos routes, & corrigé le tout : nous avons trouvé que nous eſtions en la latitude Norde de 45 D. 55 minutes, en la longitude 1 D. 3. minutes.	SO.	27

obſervée 45 deg. 55 min. long. 1. deg. 3. min.

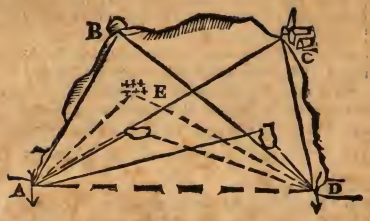
C'eſt ainſi qu'on peut faire un journal, y marquant encore pluſieurs autres particularitez, quand il en arrive quelques-unes, principalement pour les courants, les tempeſtes, les vents, &c.

PROPOSITION III.

Methode de lever le plan d'un port, ou d'une rade.

LEs Pilotes les plus ſoigneux ont de coûtume de prendre le plan des coſtes voiſines, pendant que le navire eſt à la rade; c'eſt de ces plans qu'on tire les Cartes marines les plus exactes & les plus utiles. Ils ſe doivent informer de ceux du païs de toutes les particularitez, principalement de la profondeur de l'eau par tout, des bancs de ſable, des écueils, des ſeches. Ils doivent auſſi ſonder eux-mémes par tous les endroits. Les Gouverneurs des Places, qui quelquesfois trouvent mauvais qu'un étranger ſonde une rade, n'entendent pas leur métier; car dés que vous permettez le trafic dans voſtre port, un étranger y doit venir en aſſurance, & prendre toutes les precautions neceſſaires pour ne pas échoüer. Si ce n'eſt peut eſtre qu'il y eût des pilotes gagez pour mener les vaiſſeaux dans le port : ainſi qu'il ſe pratique à Veniſe, où les Etrangers ne doivent pas entrer, ſans avoir pris un pilote en Dalmatie, à Pyrano, ou en quelques autres lieux.

Je propoſe la rade ABCD, dont il faut lever le plan, où il fiſſez deux endroits A & D, d'où vous puiſſiez voir les autres. Commencez par le point A, vous y tranſportant avec voſtre bouſſole; & l'ayant expoſée, obſervez à quel rumb, ou méme à quel degré de la bouſſole tombent les principaux endroits de la rade. Par exemple le point B tombe par le Nord-Nord-Eſt, le point C au NE $\frac{1}{4}$ E, le point D à l'Eſt, la ſeche E au NE $\frac{1}{4}$ N, & ainſi des autres.



Transportez-vous au point D, & ayant pareillement exposé la bousſole, regardez les meſmes endroits, remarquant les rumbs de vent ſur leſquels ils ſont. Il faudroit auſſi aller du point A au point D, pour eſtimer le chemin; ce qui ne ſera pas difficile, particulierement ſi vous y allez à rame, vous ſervant de quelque horloge pour meſurer le temps que vous employerez à y aller, & jettant un bois en mer : car laiſſant filer la corde diviſée en pas geometriques, durant 36 minutes ſecondes, le nombre des pas avec deux o, vous donnera la diſtance par heure. Il ſera auſſi tres à propos de ſçavoir le nombre des toiſes de la profondeur de l'eau : Par exemple allant du point E, en C, vous pourrez jetter la ſonde en divers endroits; & pour ſçavoir en quel lieu vous eſtes, regardez de ce point les deux caps A & D, conſiderant à quel rumb ils tombent : vous ſerez à leur égard dans les rumbs oppoſez. Ainſi vous ſçaurez à quel rumb ſe trouve, par exemple le point B, eu égard aux caps A & B : car ſi regardant le point A depuis B, vous trouvez qu'il tombe par le Sud Sud-Oüeſt, le point B ſera, eu égard au point A, au N. Nord-Eſt. Ainſi vous pourrez ſçavoir à quel rumb tomberont tous les endroits principaux de la rade, eu égard aux points A & D, méme ſans vous y tranſporter. Ayez donc une échelle de milles, & prenant autant de milles qu'il y en a entre les points A & D, choiſiſſez deux points ſur le papier, qui repreſenteront les mémes points A & D : & parce que je ſuppoſe que vous avez obſervé en quel rumb de vent eſtoit la ligne AD, décrivez en ces deux points deux roſes de vents; ou bien vous ſervant d'un petit cercle de papier diviſé, tirez tous les rumbs, par leſquels tombent les points B, C, E, & les autres, eu égard au point A. Faites-en de méme au point du papier, que vous aurez choiſi pour le point D, le concours des lignes tirées de A & D appartenantes au méme point, par exemple au point B, vous donnera l'endroit où vous devez placer le point B.

Cette deſcription eſtant faite, il faudra avoir égard à la bouſſole, pour la bien orienter, c'eſt à dire pour y marquer la roſe des rumbs de vents, que vous placerez où bon vous ſemblera. L'uſage vous enſeignera mieux cette pratique que le diſcours. Il eſt auſſi tres à propos de monter ſur quelque hauteur, d'où l'on puiſſe découvrir plus exactement les détours que fait la mer, & la figure des caps, pour la décrire ſur le papier.

PROPO-

PROPOSITION IV.

Décrire l'apparence des costes & des montagnes, pour avoir des reconnoissances.

CEtte Proposition n'est pas pour le plan d'une rade, mais pour la Scenographie, & le tableau entier d'une coste, telle qu'elle paroist aux yeux, afin que quand il faudra revenir, un Pilote la puisse reconnoistre sans se méprendre.

Cette description n'a point de methode particuliere, n'estant question que de marquer le bord d'en-haut des montagnes, avec les pointes, s'il y en a quelqu'une plus élevée que les autres, les interruptions, les vallées ou creux qui y paroissent, les Tours, les maisons, les Villages, & les autres particularitez. Les portulants sont pleins de ces descriptions, qui ne laissent pas de tromper; à cause qu'un terrain estant vû de deux endroits differens, n'est plus le mesme, mais paroist de toute autre façon. Aussi voyons-nous que les Pilotes de la Mediterranée, qui font capital de ces reconnoissances, n'ayant presque autre science que celle-là, font des bevuës bien grossieres, prenant un terrain pour un autre. C'est ce qui fit échoüer, il y a trois ou quatre années, un Vaisseau de Marseille, aux costes de la Sardaigne: car ayant pris les costes de cette Isle, pour celle de la Galite, & s'en estant voulu approcher, pour la mieux reconnoistre, il s'engagea dans un Golfe, où le vent l'ayant pris par derriere, il ne put doubler le cap, & échoüa malheureusement.

Si nous estions en terre, ou dans quelque lieu ferme & immobile, nous nous servirions du chassis, regardant par la pinnule, à quel carreau répondent les objets que nous voulons representer; mais l'agitation du Vaisseau ne nous permet pas de nous servir de ces aides.

PROPOSITION V.

Des Courans.

LEs Courans détournent souvent les Vaisseaux, & leur font prendre une route bien differente de celle que montre la bousſole; ou ils rendent fausſe l'eſtime, arreſtant le Vaisſeau, ou le faisant aller avec plus de viteſſe, qu'il ne semble. Nous en avons une infinité d'exemples, & je croy qu'il ſeroit tres-utile d'avoir une liſte de ces courans.

Un Pilote allant d'Ouëſt à l'Eſt, ſous le parallele de 16 degrez de latitude ſude, aprés pluſieurs jours de navigation, ayant le vent en poupe, ſe trouva proche de l'Amerique, ayant reculé, au lieu d'avancer. De cet exemple, & de pluſieurs autres, on tire cette concluſion, qu'entre les tropiques, on ne doit jamais aller d'Ouëſt à l'Eſt.

Un autre eſtant party juſqu'à deux & trois fois de la Guinée, fut toûjours repouſſé contre le meſme cap. Le ſeul remede eſt d'éviter ces courans, eſtant tres-difficile d'aller contre.

Cette partie de l'Ocean qui eſt proche de la Guinée, depuis le cap verd, a un courant qui porte dans le Golfe qu'on nomme Fernando Poo. Ce courant emporte les Vaiſſeaux vers l'Orient, de ſorte qu'on peut aller depuis les coſtes de Mourre, juſqu'au Rio di Benin dans deux jours: mais pour aller du Rio di Benin aux coſtes de Mourre, il faudroit employer un mois entier, encore n'y arriveroit-on pas, ſi on ne prenoit le large. Ce courant va au Sud-eſt, & tient un degré ou deux: on l'évite facilement, ſe mettant en haute mer. Proche de Sumatra, la mer porte du Sud au Nord, & ſe jette dans le Golfe de Bengala.

Le courant porte du Nord-eſt au Sud-ouëſt, entre l'iſle de Madagaſcar, & le cap de Bonne-eſperance; & en pluſieurs endroits, du Nord au Sud: de ſorte qu'un Navire pourroit aller à ce cap, ſans ſe ſervir de la voile.

Le long des coſtes du Perou, la mer pacifique court du Sud au Nord, à cauſe que le vent du Sud y tire preſque toûjours. On ne remarque pas ce courant en haute mer.

Le long du Brezil, c'eſt à dire depuis le cap de Saint Auguſtin, juſqu'aux iſles Antilles, le courant va du Sud au Nord: comme auſſi depuis le détroit du Golfe de Manille, juſqu'aux Philippines; & proche du Japon, depuis Xiburia, juſques à Arima.

Dans le détroit du Maire, la Mer court de l'Ouëſt à l'Eſt.

Ordinairement entre les tropiques, la mer va de l'Eſt à l'Ouëſt, particulierement depuis l'Inde Orientale juſqu'à l'iſle de Madagaſcar, & entre les Indes & l'Afrique: comme auſſi dans la mer Pacifique, entre l'Amerique & les Moluques: dans l'Ocean Atlantique, entre l'Afrique & l'Amerique; principalement dans le Golfe du Mexique, entre Cuba & Jucatan.

La Mer Mediterranée n'eſt pas exempte de ces courans. Le plus ordinaire de tous, & qui eſt la cauſe preſque de tous les autres, eſt celuy qui pouſſe la Mer Oceane dans la Mer Mediterranée par le détroit de Gilbratar, & qui court le long de la Barbarie ſuivant les coſtes, & allant de l'Oüeſt à l'Eſt juſqu'au cap Bon, où

il descend dans le Golfe de la Sidre, c'est à dire proche l'isle des Gerbes vers Tripoly de Barbarie, & remonte de l'autre costé vers Ptolemete, & s'en va jusqu'à l'Egypte. Ce courant monte au Sud le long de la Syrie jusqu'à Alexandrette, estant beaucoup plus fort en cet endroit pendant l'inondation du Nil. Il detourne vers l'occident entre l'Isle de Cypre, & la Caramanie.

Le long de la Calabre, le courant va du Sud au Nord : & le long de l'Italie, de la Provence, & de l'Espagne, à l'Ouëst, mais il n'est pas considerable. Dans le Bosphore, la mer court du Nord au Sud.

J'ay déja dit que les thons suivent ces courans, & font le tour de la Mer Mediterranée.

Le remede ordinaire est de contrarier ces courans, prenant avantage, & choisissant un autre rumb que celuy qui est marqué dans la Carte. Par exemple, quand on veut aller de Chypre en Alexandrie d'Egypte, on est contraint de donner un quart de vent à la gauche, c'est à dire de prendre avantage contre le courant, allant à la droite : & pendant l'inondation du Nil, il faut prendre deux quarts de vent. Dans le retour, il faut faire le contraire, c'est à dire aller sur la gauche, parce que le courant nous porte à droite. Il en est de mesme, quand vous voulez aller de Chypre à saint Jean d'Acre, où en quelqu'autre Port de Syrie : car s'il arrive que vous soyez trop vers le Nord, vous aurez de la peine à regagner le Sud, parce que le courant porte au Nord. De Chypre à Satalie, il faut prendre avantage du costé de l'Est ; & au retour, faire le contraire. Quand on va de la Satdaigne à Trapany, il faut tirer vers la gauche. Pour aller de Galite à Tabarque, il faut donner un peu sur la droite.

Dans le Golfe de Lyon, qui est vers la Catalogne, aprés que les vents du Nord ont tiré, dés que les vents du Sud ou du Sud ouëst commencent ; les courans portent vers la côte, peut-estre pour remplir les lacs & marests qui sont de ce costé-là, que le vent du Nord a fait vuider, poussant la Mer en bas ; ainsi on est en danger d'échoüer : & ce Golfe est tres-dangereux, à cause que n'estant pas profond, les flots se brisent contre le fond. Le vent du Nord ou Nordouëst, y est fort violent, peut-estre parce qu'il n'y a point de montagnes sur la costé en ce quartier-là, de sorte qu'il semble se jetter avec impetuosité par l'embouchure du Rhône.

Les courans de l'Euripe sont fort fameux, aussi bien que ceux qui sont vers le Phare de Messine, ils ont mesme quelques periodes.

Il faut remarquer que quand le mesme vent dure beaucoup, par exemple l'Ouëst, les courans vont tout au contraire sur la costé. La raison est, que le vent pousse toûjours l'eau vers l'Est ; & pour garder les loix de l'équilibre, il faut qu'elle retourne ; ce que ne pouvant faire par le milieu de la mer, où le vent est trop violent, elle coule le long des bords, où les caps brisent la force du vent. C'est ce qu'experimentent les felouques, & autres petits Bâtimens qui suivent la costé, sans s'écarter.

PROPOSITION VI.

Des courans periodiques.

J'Ay crû qu'il ne seroit pas hors de propos, de rapporter les courans periodiques, qui suivent ordinairement les vents reglez, selon les saisons de l'année.

Le plus inconstant de tous est l'Euripe, qui est entre la Morée, & le Negrepont. Gillius dit qu'il court vers le Nord ou Nord-ouëst pendant six heures, & qu'il court tout autant vers le Sud-est. Quelques-uns ont bien voulu croire qu'Aristote ne pouvant en comprendre la cause, s'y jetta dedans par desespoir.

Celuy qui se trouve entre la Sicile & la Calabre, est aussi fort irregulier. Celuy du détroit qui est entre la Sardaigne & la Corse, & qu'on nomme les bouches de Boniface, est fort sensible.

A l'isle de Java dans le détroit Calappa, la mer porte à l'Est.

Entre l'isle Celebes & Madura, le courant va au Sud-est pendant les mois de Decembre, Janvier, Février.

Le courant porte au Sud vers l'isle de Ceilan, depuis la Mi-mars jusqu'en Octobre: & le reste de l'année il va au Nord. ce qui est causé par les vents.

Entre Cochin & Malaca, le courant depuis le mois d'Avril jusqu'au mois d'Aoust, porte à l'Est; & le reste de l'année à l'Ouëst.

La mer court au Nord-ouëst proche des costes de la Chine & de Camboya, pendant les mois d'Octobre, Novembre & Decembre: au mois de Janvier le courant est fort violent au Sud-ouëst vers les costes de Champa.

A Pulo Cato jusques à Varella, sur les costes de Camboya, la mer va au Sud, quoy que les vents soient differens.

Sur les costes du Golfe de Bengala, depuis Patana jusqu'au cap de Malaca, le courant va avec impetuosité vers le Sud, aux mois de Novembre & Decembre.

Depuis la Chine jusqu'à Malaca, le courant est fort violent depuis Pulo Cato jusqu'à Pulo Cambir, aux mois de Juin, Juillet & Aoust.

DES MOUVEMENS GENERAUX EN MER.

PROPOSITION VII.

Du courant, qui va depuis les Poles vers l'équateur.

ARistote prouve que la mer se meut du Septentrion au Midy, à cause que le Pont-Euxin se jette dans la Propontide, & celle-cy dans l'Archipel: mais cette preuve est foible, & l'on ne peut pas en tirer une consequence generale. Les fleuves Tanaïs, Boristene, & le Danube qui se déchargent dans la Mer Noire, doivent necessairement faire un courant. En effet, il est aussi violent que celuy d'un fleuve à Constantinople. Que si nous considerons la Mer Mediterranée, nous trouverons qu'elle court à l'Est le long des costes de la Barbarie, de Barca, & de l'Egypte; au Nord, le long de la Syrie; à l'Ouëst, sur les costes de la Caramanie, de l'Italie, de la Provence, & de l'Espagne.

Je dis neantmoins que la Mer Oceane a un mouvement, par lequel les eaux sont portées du Nord, & du Sud, vers la ligne: que ce courant est fort sensible, particulierement dans la manche. On remarque aussi que toutes les Navigations, qui se font

du Nord & Sud vers la ligne, sont toûjours plus faciles que celles par lesquelles on s'en éloigne.

La cause de ce courant n'est pas, que le fond de la mer aille en panchant vers la ligne, ce que quelques-uns s'imaginent ; puis qu'on nous asseure que la mer est si profonde vers le Nord, qu'on ne trouve point de fond en plusieurs endroits. Je sçay bien que le Pont Euxin n'a gueres de profondeur, ce qui le rend fort sujet aux tempestes, & le fait nommer Mer noire, les flots se brisans contre le fond. Ce qui arrive encore dans le golphe de Lyon, & dans le détroit de Messine.

Secondement, quoy que le fond allast en panchant vers la ligne, la mer cesseroit de courir, dés que ce creux auroit esté rempli, comme il arrive dans un vase.

Je dis donc que la veritable cause de ce mouvement, est que le soleil attirant beaucoup de vapeurs de la mer, dans la zone torride où il est, & la plûpart de ces vapeurs allant tomber vers les poles, où il y a moins de chaleur, il faut necessairement remplir le vuide, qui se formeroit dans la zone torride par cette evaporation. C'est pour cette raison qu'encore que tant de grands fleuves entrent dans la mer, elle ne regorge pas, à cause qu'il s'éleve autant d'eau en vapeurs, que les fleuves luy en fournissent.

PROPOSITION VIII.

Du Courant qui va de l'Est à l'Ouest.

LA premiere question doit estre, si en effet la mer porte de l'Est à l'Oüest. Il est certain qu'on va facilement du Portugal au Bresil, & encore plus au Mexique ; puis que dés qu'on a passé le tropique, on met le cap à l'Oüest, & l'on navige pour l'ordinaire sans plus toucher aux voiles. Il en est de mesme pour aller depuis le Perou, jusques aux Moluques ; on n'employe que trois mois : il en faut cinq ou six pour le retour. Il est vray que ces navigations prouvent assez que le vent d'Est tire presque continuellement entre les tropiques, mais non pas qu'il y ait un courant : le seul exemple que j'ay rapporté cy-dessus le montre evidemment, puis qu'un navire ayant plusieurs jours un vent d'Oüest favorable, n'avance aucunement.

J'ajoûte que si le vent d'Est tire continuellement, il faut necessairement que l'eau soit portée de ce costé là ; puis que nous voyons que quand les vents du Sud tirent, la mer Mediterranée s'avance vers l'Europe, & empêche le Rhosne & les autres fleuves, de couler, &c.

On pourroit ensuite demander, pourquoy le vent d'Est tire presque toûjours dans la zone torride. Plusieurs des Copernicians disent que le mouvement de la terre, ne pouvant si bien se communiquer à l'eau & à l'air, qu'aux parties solides ; ce n'est pas de merveille, si ces deux elemens demeurent en arriere, & vont à l'occident : ils apportent l'exemple d'une plume, que l'on ne peut jetter si loing, qu'un corps de sa nature plus pesant. Mais la comparaison d'une plume qui se meut dans un milieu qui luy resiste, avec l'air ou l'eau qui n'en ont point, n'est pas legitime. De plus cette façon d'expliquer n'exclud pas les zones temperées ; & prouve de la mesme façon que le vent d'Est devroit souffler hors de la zone torride.

Je dis donc que la cause de ce vent d'Orient n'est autre chose que le soleil, le-

quel rarefiant par sa chaleur, les vapeurs qu'il tire de la mer, les determine plûtost à pousser les parties Occidentales, qui sont encore dans l'ombre, que les Orientales qu'il éclaire, & qu'il échauffe.

Ce mouvement de la mer répond en quelque façon au mouvement diurne du soleil: & parce que cet astre s'éloigne de la ligne, tantost vers le Nord, & tantost vers le Sud; ce courant suit aussi ce mouvement annuel, & a des periodes reglées selon les saisons de l'année & les diverses declinaisons du soleil.

Supposons que nous devons aller du Perou aux Moluques, & nous servir du vent, & du courant, qui porte de l'Est à l'Oüest. Si le soleil est dans l'équateur, le vent d'Est & le courant tiendra presque toute la zone torride: Que si le soleil est au tropique de l'écrevice, le vent d'Est ira presque jusques au 36 degré de latitude Nord, mais aussi il n'ira pas jusques au tropique du Capricorne; de sorte que ceux qui sont vers le Sud, doivent s'approcher de l'équateur, pour rencontrer ce vent. Et quand le soleil est au tropique du Capricorne, il faut que ceux qui sont au Nord, l'aillent chercher plus proche de la ligne.

Il en arrive presque de même dans la mer Atlantique, si ce n'est que l'Afrique estant toute dans la torride, empêche que ce vent ne monte si haut vers le Nord: il est continuel vers le Brasil; mais quand le soleil est au Nord, il pousse l'eau de biais vers le Nord dans le Golphe du Mexique, & quand il est au Sud, le courant la fait aller vers le Sud, le long des costes de l'Amerique meridionale. La mer des Indes a presque les mêmes courants, si ce n'est que ce vent estant comme repoussé par les costes de la Perse, de l'Arabie, & de l'Afrique, il s'étend plus vers le Sud que vers le Nord. Cependant il est presque continuel depuis le 10 degré de latitude Sud jusques au 28; mais quand le soleil est au Nord, il s'aproche davantage de l'équateur, & passe encore au delà: & quand il est au Sud, il s'étend jusqu'au 36 degré de latitude.

PROPOSITION IX.

Du Courant qui va de l'Oüest à l'Est.

JE dis qu'outre ces mouvemens, on en doit reconnoistre un autre tout-à-fait opposé à ce premier, estant impossible que l'eau soit portée dans la zone torride de l'Est à l'Oüest, qu'elle ne retourne, & fasse une circulation, pour remplir & reprendre sa place, autrement l'eau se diminuëroit. Ainsi quand un vent d'Oüest tire dans la Mediterranée, les courants le long des costes, principalement le long de celles qui sont à l'abry du vent, portent tout au contraire vers l'Oüest.

C'est à la faveur de ce courant que les habiles pilotes navigent de l'Occident à l'Orient: ils n'ont garde de retourner par la zone torride; mais ils remontent vers le Nord. Par exemple, pour venir des Philippines au Perou, il faut aller chercher le vent jusques au 36 ou 40 degré de latitude, où l'on rencontre des vens & des courans, qui vont à l'Est vers la Californie. De même pour revenir du Mexique, il faut costoyer l'Amerique, se servant des vens de terre, jusques au 36 ou 40 degré de latitude Nord.

Ceux qui vont aux Indes Orientales, doivent se détourner ou au Nord, ou au Sud.

Ces courans qui ne sont que pour conserver le même niveau de l'eau, se chan-

gent sur les costes, selon les diverses saisons, ou plûtost selon le mouvement annuel du soleil.

Le long des costes du Perou, de Nicaragua, & de la nouvelle Espagne, on remarque deux sortes de courants : car premierement la mer court en tout temps depuis la Califotnie jusques à Nicaragua ; mais le long des costes de Chili, & du Perou, la mer va au Sud jusques au fleuve Tombes, & depuis ce fleuve jusques à Nicaragua elle court au Nord, quand le soleil est au Nord ; & au Sud, quand cet astre est dans l'hemisphere Austral. Ces courans ne se brisent pas l'un contre l'autre, mais ils concourent, & vont ensemble vers l'Oüest.

Deux differens courants s'assemblent vers Angola & Congo, pour aller à l'Occident. L'un vient du Nord, c'est à dire des Canaries, passant par le camp blanc, ensuite par le cap verd, & se rendant encore plus sensible depuis la Guinée jusqu'à l'Isle de Ferdinand Poo, ou jusqu'au cap de Lopes Consalve : mais quand le soleil est au Sud, il s'étend 3. ou 4. degrés plus avant. L'autre courant vient du Sud, c'est à dire depuis le cap de Bonne esperance, jusques à Angola. Ceux qui veulent aller de l'Europe à Angola, doivent aller au Sud jusqu'à l'isle de Martin-Vas, puis tirant un peu vers l'Est, ils rencontrent ce courant qui les porte à Angola.

Ce n'est pas que les vents de terre n'interrompent ces courants : par exemple quand le soleil est au Nord, le Sud-oüest tire dans la Guinée ; & quand il est au Sud, les vents terrestres soufflent le plus souvent.

Les courants particuliers sont causez par ces courants generaux, comme dans le détroit de Gilbratar, le long des costes d'Afrique, le courant va à l'Est durant 17 heures, & 6 ou 7 à l'Oüest : & le long de la coste d'Espagne il va à l'Oüest 17 heures, & seulement 7 ou 8 à l'Est. Dans le détroit de Magellan le courant ordinaire va à l'Est.

PROPOSITION X.

Du Flux & Reflux de la Mer.

Estant necessaire qu'un Pilote prenne son temps, & qu'il ait égard à la marée pour entrer dans plusieurs ports de la mer Oceane, principalement dans ceux qu'on appelle ports de Barre, où l'on ne peut entrer qu'à la faveur de la marée ; j'ay creu qu'il ne seroit pas hors de propos de traiter icy de sa nature & de sa cause.

Le flux & reflux de la mer n'est autre chose, qu'une élevation des eaux de la mer, par laquelle elles ont un niveau plus élevé. Galilée pretend que la mer dans son flux monte seulement vers les bords, ne faisant que courir au milieu, & qu'elle n'a qu'un balancement, qui presuppose quelque étenduë de l'Orient à l'Occident. Mais la plûpart des proprietez & des circonstances du flux de la mer sont contraires à celles qu'il luy donne.

Le flux de la mer est fort sensible à Venise. On en void quelque peû sur la coste de Genes, de Provence & à Barcelone, seulement de deux ou trois doigts : on ne remarque point de flux vers la Morée, quoy que dans l'Euripe, ou le détroit de Negrepont, les courants soient fort sensibles & changeans ; mais on ne sçait pas s'ils suivent les mémes periodes que le flux de la mer. Les costes de Tripoli, de Barbarie, & le Golphe de la Sidre, sont sujets au flux & reflux de la mer.

Sur les costes de Norvege, du Danemarc, de la Hollande, de Flandre, de France, d'Espagne & du Portugal, la mer s'éleve, & entre bien avant par les fleuves. Elle s'éleve prés de 80 pieds à S Michel. Le flux est mediocre sur les costes d'Afrique, & plus grand vers le fleuve Niger. On dit que proche le détroit de Magellan vers le fleuve Gallego, l'eau s'éleve prés de 60 pieds. Au fleuve des Amazones qui est presque sous la ligne, le flux est tres-considerable, & remonte le long du fleuve avec une viteſſe inconcevable. La mer Baltique n'en a point, ny le Golphe du Mexique. Il est fort grand en Canada, & aux Indes; de sorte qu'il remonte prés de 30 lieuës dans le fleuve Indus. La mer pacifique a auſſi le flux & reflux. Et parlant en general tous les golphes, qui sont tres ouverts, & qui se retreciſſent par apres, l'ont fort extraordinaire: comme à Cambaya & à Pegu, il monte plus de 40 pieds. Il est vray que dans toutes les iſles qui sont bien avant en la mer, l'eau ne s'éleve que de quelques pieds. Le flux de la mer a ſes periodes de tous les jours, de tous les mois, & de toutes les années. La periode diurne conſiſte en ce que deux fois chaque jour, la mer s'éleve & s'abaiſſe, non pas ſi preciſément, qu'elle ne recule chaque jour d'environ trois quarts d'heure: c'est à dire que pour l'ordinaire, quand la lune se leve, ou plûtoſt quand elle est au cercle de 6 heures, la mer commence à monter, & continuë jusques à ce que cet aſtre soit arrivé à midy; elle baiſſe enſuite juſques à ſon coucher, que l'eau ſe releve. Or parce que cet aſtre retarde chaque jour de trois quarts d'heure, le flux ſuit ce retardement. On remarque méme de l'inégalité dans les fleuves, & dans les lieux contraints.

La ſeconde periode est de tous les mois, par laquelle les marées ſont inégales, & vont decroiſſant depuis la nouvelle lune juſques au premier quartier, auquel il n'y en a point, ou preſque point: elles s'augmentent enſuite juſques à la pleine lune, qu'elles ſont les plus hautes de toutes; & décroiſſent encore juſques au dernier quartier, qu'elles ſont tres-petites; puis croiſſent encore juſques à la nouvelle lune. Cette periode ſuit exactement le mois d'illumination de la lune: ce qu'il faut bien remarquer, & qui refute efficacement l'opinion de ceux qui expliquent cet effet, par le ſimple mouvement de cet aſtre, ſans avoir égard à ſon illumination.

La troiſiéme periode est d'une année; car on a remarqué que les marées des pleines & des nouvelles lunes les plus proches de l'équinoxe, ſont les plus grandes de toutes.

PROPOSITION XI.

Refutation de quelques opinions improbables touchant la cauſe du flux & reflux de la mer.

JE refute dans cette propoſition certaines opinions, qui ſont à mon avis hors du bon ſens; ayant deſſein de refuter dans les ſuivantes celles qui ont ou plus d'eſprit, ou plus de probabilité.

La premiere est celle de Leonard Leſſius, qui veut que ce ſoit un Ange, qui agite la mer, & qui cauſe le flux & le reflux. Sa raiſon est une parité: il pretend qu'il n'y a pas plus de raiſon de dire que les intelligences font mouvoir les Cieux & les

& les Astres, que d'asseurer que les Anges produisent ce mouvement de la mer. Pour moy, je croy qu'il a raison, & que l'un est aussi indigne d'un Philosophe, que l'autre. Ainsi je ne m'empresseray pas, pour chercher quelque disparité.

Je refute donc également ces deux opinions, & je dis qu'il n'y a pas plus de raison qu'un Ange soit étably pour produire cet effet naturel, que pour les vents, les pluyes & les gresles : pour porter les corps pesans en bas, pour joindre le fer à la pierre d'ayman. J'ajoûte qu'un seul Ange ne pouvant estre en plusieurs endroits en mesme temps, il ne pourroit aussi produire tous ces mouvemens : ainsi il en faudroit plusieurs.

Quelques-uns, pour répondre à cette derniere raison, ont crû que le centre de la terre décrivoit un petit cercle autour du centre du monde : & comme les corps pesans, principalement les liquides, sont portez par leur pesanteur au centre de l'Univers, il falloit necessairement que l'eau y accourust, & s'élevast davantage, eu égard au centre de la terre. Ainsi un seul Ange causeroit le flux de la mer, en faisant tourner le centre de la terre autour de celuy du monde. Cette opinion se peut facilement refuter, puis qu'il est vray que les corps pesans tendent au centre de la terre, mais pour le centre du monde, ce n'est qu'un poinct imaginaire, & je ne croy pas qu'en bonne Philosophie, on doive reconnoistre un mouvement, qui l'ait pour terme. Secondement, cette opinion ne donne aucune raison de la periode de tous les mois, ny de celle de toutes les années.

La seconde opinion est attribuée à Platon, & n'est pas beaucoup differente de celle de Kepler, qui croit que la terre est un grand animal, & que quand elle respire, il luy arrive le mesme qu'aux autres animaux, c'est à dire que sa poictrine s'éleve, & s'abaisse. Mais afin que la comparaison fust entiere, il faudroit que le fond de la mer s'élevast, ce qu'on n'a pas encore remarqué. Secondement, la respiration se fait en mesme temps dans toutes les parties de l'animal, & neantmoins l'histoire des marées nous apprend, qu'elles n'arrivent pas en mesme temps par tout, mais successivement, suivant le mouvement de la Lune.

La troisiéme opinion dit, que la nature de l'eau est la cause de cet effet, & que comme la bile corrompuë dans le corps humain, produit la fiévre tierce, s'élevant de deux jours l'un; & que la melancolie cause la fiévre quarte : de mesme, l'eau a aussi ces mouvemens reglez.

Cette opinion se détruit aisément, puisque toute sorte d'eau n'a pas ce mouvement; comme celle des lacs, des fontaines, de la Mer Mediterranée, de la Mer Baltique, & plusieurs autres. Secondement, la connexion du flux avec tous les mouvemens de la Lune, montre assez qu'il y a quelqu'autre cause, que la nature de l'eau.

Les Philosophes Arabes expliquent cette opinion, & asseurent que la mer voulant s'unir avec l'autre eau, qui en est separée par les terres, s'avance sur les bords, de mesme que le fer s'approche de l'ayman, pour s'unir avec luy. Mais outre que ces façons d'expliquer, qui n'apportent que la fin, ne sont pas assez physiques, on ne peut se servir pour cela, de l'exemple de l'ayman : car il produit quelque vertu dans le milieu; mais l'eau ne produit quoy que ce soit, pour attirer l'autre eau. Secondement, l'eau qui est une fois approchée, ne devroit jamais retourner en arriere; comme le fer s'estant approché de l'ayman, ne s'en retire pas.

La quatriéme est, de Rugerius Bachon, qui croit que le flux n'est autre chose

qu'un boüillonnement de la mer, produit par la lumiere de la Lune. Mais on le peut facilement refuter : car, quoy que certains corps s'enflent davantage par une chaleur moderée, que par une trop grande, comme le vin nouveau, & tous les corps gras, la cire, la poix resine, & les autres : L'eau neantmoins n'a pas cette proprieté, & ne s'éleve jamais, que quand elle est extraordinairement échauffée. Ainsi le flux suivroit plûtost le mouvement du Soleil, que celuy de la Lune. Troisiémement, il n'y auroit point de marée, quand la Lune seroit sous l'horison. Quatriémement, la marée seroit plus forte dans la Zone torride.

Les autres opinions estant plus probables, doivent estre refutées chacune en particulier.

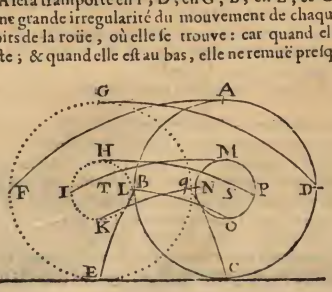
PROPOSITION XII.

Refutation de l'opinion de Cisalpin, expliquée par Galilée, qui attribuë le flux de la mer, au mouvement de la terre.

ON parle de cette opinion, comme si Galilée en estoit le premier Autheur, quoy que Fromond la rapporte, comme estant d'André Cisalpin.

Elle suppose le double mouvement de la terre, le diurne par lequel, tournant chaque jour au tour de son essieu, tous les points de sa surface décrivent des cercles paralleles; & l'annuel, par lequel son centre décrit l'écliptique autour du Soleil. Or ce mouvement compo'é, est fort embarassé : nous en avons neantmoins quelque idée dans le mouvement d'une rouë de caroſſe, l'essieu de laquelle décrit un cercle concentrique à la terre; & les parties de la circonference avancent quelquefois plus que l'essieu, & quelquefois demeurent en arriere : d'où l'on conclud que dans le demy cercle d'en haut, elles vont plus viſte que l'essieu, puis qu'estant plus reculées, elles le passent; & dans le demy cercle inferieur, elles vont plus doucement.

La figure peut faire voir clairement l'irregularité du mouvement de chaque partie. Je propose donc la roüe ABCD, laquelle roulant sur le plan CE, s'avance d'un quart de cercle, de sorte qu'elle ne touche plus au poinct C, mais au poinct E : le poinct A sera transporté en F; D, en G; B, en E; & C, en Q. Vous pouvez remarquer une grande irregularité du mouvement de chaque partie, suivant les divers endroits de la roüe, où elle se trouve : car quand elle est au sommet, elle va tres-viſte; & quand elle est au bas, elle ne remuë presque point.



Il faut auſſi faire une remarque, qui eſt de conſequence; c'eſt que les petits cercles n'ont pas tant d'irregularité dans leur mouvement. Par exemple, le point P va en H; le poinct M, en I; le poinct N, en K; & le poinct O en L, de ſorte que la difference de ces mouvemens, c'eſt à dire de combien la circulation oſte du mouvement droit, n'eſt que du diametre du petit cercle comparé avec tout le chemin qui ſe fait. Or ſuppoſant la diſtance de la terre au Soleil, telle que la met le P. Riccioli, de ſept milles demidiametres de la terre, la parallaxe horizontale COD, ou l'angle ſous lequel le demi-diametre de la terre paroiſt, n'eſt qu'une demie minute; donc la terre ſera veuë ſous un angle d'une minute; ſon centre, dans vingt-quatre heures fait un degré dans l'Ecliptique: ainſi l'acceleration, ou la retardation que le mouvement diurne fait à celuy du centre, n'eſt que d'une ſoixantiéme partie, c'eſt à dire que BD n'eſt que la ſoixantiéme partie du chemin, que fait la terre dans ſon grand cercle.

Galilée ſuppoſe enſuite qu'il y a quelque choſe de permanent dans le mouvement, c'eſt à dire l'impetuoſité: de ſorte que quand un corps total ſe meut, & qu'on l'arreſte, les parties qui s'en peuvent ſeparer, continuëntleur mouvement. Par exemple, ſi un Bateau plein à moitié d'eau, ſe meut avec grande viteſſe, & s'arreſte tout d'un coup, l'eau ne laiſſe pas de s'avancer vers la proüe; & ſouvent avec tant de violence, qu'elle ſortira dehors. Donc ſi on regarde une partie conſiderable de la mer, étenduë de l'Orient à l'Occident, on trouvera que ſon mouvement réel & phyſique, compoſé de l'annuel & du diurne, ſera acceleré & retardé, & enſuite cauſera quelque balancement dans l'eau.

Toute la force de ſon raiſonnement eſt dans la comparaiſon, de ce que nous obſervons dans cette Barque, avec tout ce que l'irregularité du mouvement de la terre doit produire dans l'eau. Mais je doute fort, ſi on peut comparer un mouvement purement violent, avec un mouvement naturel: car les deux mouvemens de la terre eſtant auſſi naturels à l'eau, qu'à ſes parties les plus ſolides, le mouvement qui en reſulte, ſera également acceleré, & retardé dans toutes ſes parties: ainſi l'eau ne continuëra pas le ſien. Secondement, je ne ſçay ſi on remarqueroit quelque balancement dans l'eau, ſi le Bateau ne s'arreſtoit pas tout d'un coup.

ou par secousses, & que cet accroissement de vitesse ne se fist que par degrés, & seulement d'une soixantiéme partie. Car enfin la plûpart prennent pour principe, & Galiléenes'y oppose pas, que les mouvemens respectifs se font dans un Bateau, comme sur terre: si donc on faisoit tourner un vase assez long plein d'eau autour d'un cercle dans un Vaisseau, je ne croy pas que nous y visions aucune agitation, quoy que son mouvement réel & physique fust composé du circulaire, & de celuy du Vaisseau.

La premiere demonstration se prend, de ce que quand le mouvement d'une partie de la mer seroit acceleré ou retardé de mesme façon, il causeroit le mesme flux: si donc le flux arrive en quelque endroit, quand le Soleil se leve, il devroit toûjours arriver en ce temps-là, puisque son mouvement est toûjours dans le même état, dans l'opinion qui met la Lune immobile, & qui fait tourner la terre autour d'elle dans vingt-sept jours. On pourroit donner raison, pourquoy le flux de la mer se retarde tous les jours, selon le mouvement apparent de la Lune: mais on ne pourroit pas expliquer, pourquoy il n'y en a point aux quadratures.

La seconde se prend, de ce que quand l'eau de la Mer Atlantique s'avanceroit vers nos costes, elle se retireroit de celles de Canada: ce qui est faux; car le Canada n'estant éloigné de nous que de deux heures, & demy, quand la Lune se leve, l'eau commence à venir à nous; & deux heures & demie aprés, la Lune se levant en Canada, la mer s'avance aussi vers eux.

La troisiéme raison pourroit estre, que le flux seroit plus grand dans la Zone torride, que dans les temperées; puisque l'équateur est plus grand que les paralleles, & cause une plus grande inégalité dans le mouvement.

4. Le flux est fort notable à Venise, & neantmoins il n'y en a point dans la partie opposée.

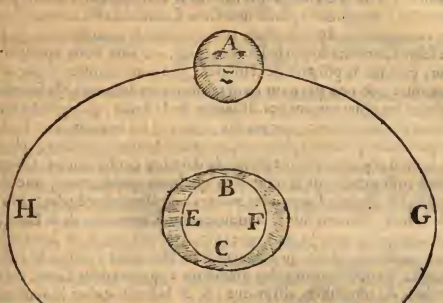
5. Cette maniere d'expliquer le flux de la mer, ne donne aucune raison de la periode diurne, par laquelle le flux est retardé; ny de celle du mois, qui fait les marées plus grandes aux pleines, & aux nouvelles Lunes; ny aussi de celle de chaque année.

PROPOSITION XIII.

Refutation demonstrative de l'opinion de Monsieur Descartes, touchant le flux de la mer.

MOnsieur Descartes voulant expliquer la plûpart des effets physiques, se sert d'une matiere subtile, à laquelle il donne tel mouvement qu'il luy plaist, sans autre preuve. Il s'en sert aussi en cette occasion, & il suppose un tourbillon de cette matiere, qui roule autour de la terre; & qui la pressant également de tous costés, l'oblige d'estre au milieu. Il veut aussi que la Lune roule dans le même tourbillon, auquel il donne une figure elliptique; que dans les quadratures elle se trouve dans les pointes de cette figure, c'est à dire vers les points H & G; & dans les petits diametres, quand elle est pleine, ou nouvelle. Il suppose encore que la terre roule de mesme façon que ce tourbillon, autour de son axe, décrivant des cercles paralleles à l'équateur, pendant que la Lune parcourt le plan

de l'ecliptique. Ces propositions estant faites, il pretend donner raison du flux de la mer, & de toutes ses circonstances.



La matiere étherée qui roule autour de la terre, rencontrant la Lune qui est en A, fait le mesme effet que l'eau d'une riviere, qui est reserrée entre les deux piles d'un pont: car estant poussée par les parties suivantes, elle va avec plus de viteſſe en cet endroit, & fait impression contre les corps qui la pressent. Ainsi l'eau qui se trouve au dessous de la Lune vers le poinct B, estant plus pressée que les autres, les pousse, & les fait élever de tous costés. Il veut de plus, que la terre demeure au centre de ce tourbillon, quand elle est également pressée de tous côtés; mais qu'elle descende tant soit peu, à raison de l'impression qu'on luy fait du côté de la Lune, ce qui fait que les parties opposées, & le poinct D, y font aussi quelque impression. Enfin, puisque la terre roule dans vingt-quatre heures, le poinct qui estoit en B, passe en E; ainsi l'abaissement de l'eau & son élevation, parcourent toute sa sur-face Mais aussi la Lune avance depuis le poinct A, vers le poinct H; c'est pourquoy cette periode ne s'acheve pas precisément dans vingt-quatre heures: Et parce que cet Astre est plus éloigné de la terre dans les quadratures, c'est à dire en H & G, la matiere pouvant passer librement, ne fait que peu, ou point de pression contre la terre, & ne cause aucune marée.

Enfin, lorsque la Lune est tres éloignée du plan de l'équinoxe dans les solstices, la pression que cause la matiere étherée, ne se faisant que de biais, n'a pas tant de force, & ne cause pas un si grand flux dans la mer.

Premiere demonstration. La matiere étherée est si liquide, qu'elle ne fait aucune impression sur les corps qu'elle rencontre, comme tres-indifferente a prendre toute sorte de figure: ou si elle est capable d'en faire, il faut qu'elle en fasse une contre la Lune, qu'elle rencontre. Elle devroit donc augmenter sa viteſſe, jusqu'à ce qu'elle luy eust imprimé un mouvement égal au sien. Et pour lors ne

s'engageant plus, mais allant d'un pas égal avec elle, toute preſſion devroit ceſſer.

Secondement, je me ſuis étonné que Monſieur Deſcartes, qui faiſoit profeſſion de bien entendre l'Aſtronomie, faſſe une faute ſi conſiderable contre l'hypotheſe de la Lune, comme ſi ſon Apogée eſtoit toûjours dans les quadratures. Je ſoûtiens donc, que ſelon toutes les hypotheſes veritables, ou ſans nous appuyer ſur aucun ſyſteme, puiſque la plûpart ne réüſſiſſent que pour montrer le degré, où la Lune ſe rencontre, & non pas pour en déterminer les diſtances. Je ſoûtiens, dis-je, que ſuivant les obſervations des diſtances de la Lune, qu'on determine bien plus juſtement par ſes diametres apparens, que par les hypotheſes; la Lune eſt autant éloignée dans pluſieurs pleines & nouvelles Lunes, que dans quelques quadratures; donc il n'y auroit point de marée dans ces conjonctions. Comme auſſi la Lune eſtant auſſi proche de la terre dans quelques quadratures, que dans pluſieurs nouvelles & pleines Lunes; les marées devroient eſtre égales; ainſi le flux & reflux de la mer, devroit ſuivre le mouvement d'anomalie de la Lune, & non pas celuy des conjonctions. Je croy que cette demonſtration eſt ſans replique: & ſi quelqu'un en doute, il n'a qu'à demander à Monſieur Caſſini, & à Monſieur l'Abbé Picard, les obſervations des diametres apparens de la Lune, il verra que cette hypotheſe du tourbillon elliptique, & de la façon qu'on la veut ajuſter au flux & reflux de la mer, ne ſe peut ſoûtenir.

Troiſiémement, ſelon cette façon d'expliquer, le flux de la mer ſeroit tout autre que celuy que nous obſervons. Car la mer ſeroit plus baſſe ſous la Lune, qu'en tout autre endroit: & neantmoins le vif de l'eau, ou ſa plus grande élevation arrive quand la Lune eſt au meridien, auſſi bien dans la Zone torride, que dans les temperées; n'y ayant aucun Autheur qui ait jamais dit que la Lune fuſt plus baſſe, quand la Lune eſt au zenith. Les marées arrivent dans la Zone torride, comme ailleurs, ainſi que le portent les obſervations de ceux qui les ont veuës. Dans le fleuve des Amazones, la marée remonte auſſi haut, & avec plus de viteſſe, que dans quelque fleuve du monde que ce ſoit. J'ay déja remarqué que la plûpart des effets dont on veut rendre raiſon, ſelon les principes de cette nouvelle Philoſophie, ont des circonſtances toutes contraires à celles qu'on leur donne, quand on en vient à l'experience.

Je laiſſe à part, ſi la terre n'eſtant pas tout-à-fait couverte d'eau, les preſſions ſe peuvent communiquer dans ſi peu de temps, ſans que les terres d'entre-deux les empeſchent: ſi nous devrions avoir les marées de meſme façon, quand la Lune eſt au tropique de l'Ecrevice, & proche de nous, & quand elle en eſt bien éloignée dans le tropique oppoſé: ſi les pays ſeptentrionaux ont le flux plus tard, que ceux qui ſont plus proches de la torride, comme voudroit cet Autheur, quoyque le Catalogue qu'on propoſe aux Pilotes, pour ſçavoir l'heure du vif de l'eau, porte tout le contraire. Je pourrois ajoûter qu'on devroit remarquer cette plus grande preſſion, que fait la matiere étherée dans l'experience du vif argent. Mais je ne m'y veux pas arrêter davantage; & ceey ſuffit pour mon deſſein.

PROPOSITION XIV.

Refutation demonſtrative de la conjeture du R. Pere Fabry, touchant le flux de la mer.

LE R. Pere Fabry voyant que l'opinion de Monſieur Deſcartes nous donnoit le flux de la mer, tout-à-fait contraire aux obſervations, en mettant le plus grand abaiſſement de la mer deſſous la Lune; a pris occaſion d'inventer un ſyſteme, qui fuſt plus conforme aux experiences.

Il ſuppoſe qu'il n'y a point de legereté; & que les corps que nous appellons legers, peſent veritablement ſur la terre, & ne s'en éloignent, en montant, qu'autant qu'ils ſont pouſſez en haut, par les autres corps plus peſans. Cette ſuppoſition ſe pourroit facilement prouver.

Il ſuppoſe en ſecond lieu, que ce que nous appellons peſanteur, n'eſt autre choſe qu'un certain conſentement des parties, par lequel elles s'aſſemblent, pour former un même globe; le moyen le plus ſimple pour le faire, eſtant, ſi toutes ſes parties font effort, & tendent au centre du meſme globe.

Il ſuppoſe en troiſiéme lieu, que l'air a auſſi cette proprieté, de ſe porter vers le centre du globe qu'il embraſſe; & que non ſeulement les parties de la terre ſe portent vers leur centre, mais encore celles des autres corps; cette proprieté leur eſtant neceſſaire, pour ſe conſerver. Ainſi l'air les entourant tous également, & eſtant un milieu commun, il peſe toûjours ſur le plus proche.

Il ſuppoſe de plus, qu'un corps liquide, comme l'eau, eſtant preſſé inégalement, s'élevera du coſté qu'on le preſſe le moins.

Enfin il croit, qu'un corps liquide qui a reçû dans ces pores un corps peſant, en devient auſſi plus peſant; comme nous l'experimentons dans l'eau ſalée, qui eſt plus peſante que la douce.

Ces ſuppoſitions eſtant faites, il dit que quand la Lune paſſe par noſtre meridien, une partie de l'air qui ſe trouve au deſſous d'elle, ne peſe plus contre la terre; mais commence à peſer contre cet Aſtre, ſelon la regle generale, que l'air eſt un milieu commun, qui peſe contre le globe le plus proche: donc l'eau n'eſtant pas ſi preſſée en cet endroit, & l'eſtant de meſme façon par tout ailleurs, elle doit neceſſairement s'élever.; ainſi nous avons la premiere periode, qui ſuit neceſſairement la Lune. Pour la ſeconde, il ſuppoſe que les corps ſpongieux ont plus d'humeurs aux pleines Lunes, ainſi qu'on l'aſſeure ordinairement des œufs, des os, des écrevices. C'eſt pourquoy l'air eſtant pour lors plus humide, peſe auſſi davantage, & fait de plus grandes marées; comme il arrive auſſi vers les équinoxes Il tâche enſuite de donner raiſon de toutes les circonſtances de cet effet, qu'il n'eſt pas neceſſaire de rapporter icy.

Ce qui me fait de la peine dans cette hypotheſe, c'eſt l'indetermination de l'air, qui peſant contre la terre, tourne ſon effort contre la Lune dés qu'elle paſſe, ſans recevoir aucune vertu, qui le faſſe agir d'une façon toute oppoſée. Ie n'ay jamais pû former mon imagination à ces conditions oyſives, qui n'eſtant point une application de la cauſe au ſujet, & ne luy donnant aucune force, ne laiſſent pas, dit-on, de le determiner à agir: Car je les trouve auſſi peu dans le bon ſens, que quand on dit qu'une muraille qui eſt à Paris, eſt determinée à produire dedans

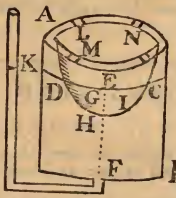
soy un mode de ressemblance, dés qu'une muraille a esté blanchie de nouveau à la Chine. Ie ne puis concevoir qu'une partie de l'air cesse de se reposer vers la terre dés que la Lune passe, si ce n'est que la Lune agisse contre cette partie, & y produise quelque chose.

Demonstration. Si au passage de la Lune, une partie de l'air, par exemple la moitié, ne pesoit point contre la terre, nous vertions ce changement au Mercure, suspendu dans le tuyau de Torricelli. Or nous n'y voyons aucune difference: donc il pese de mesme façon qu'auparavant. Car si cinq cens toises d'air, qui ne pese plus sur le Mercure, quand on est au dessus d'une montagne, fait une difference de plus de trois pouces: quelle difference ne fera pas la moitié, ou le tiers de l'air, qui cesse de presser la terre, pour faire effort contre la Lune. Est-il croyable que cinq cens toises d'air d'icy-bas, facent plus d'effet que 75000000 toises de l'air, qui est vers la Lune? Donc si le flux de la mer estoit causé par le defaut de la pression, que fait l'air contre la terre, à cause que la Lune l'attire, nos barymetres ne nous permettroient pas d'en douter.

La seconde raison qui combat cette opinion, est tirée de la nature des corps liquides, qui pesent non seulement perpendiculairement; mais encore de tous costés, & par toute sorte de lignes: de sorte que leur force ne se doit pas prendre par la grandeur ou quantité des corps qui pesent, mais on doit avoir égard à la disposition qu'ils ont au mouvement.

Supposons qu'une partie de l'air ne pese plus contre la terre. Ie dis que les autres parties suppleeront à ce defaut; & faisant effort par des lignes inclinées, elles produiront le mesme effet. Par exemple, que la terre soit en A, la Lune en B; & que la partie de l'air renfermée dans le cercle CE, ne pese plus contre la terre. Ie dis que l'air qui est en D, pesera contre le point A, & fera autant d'effort que si l'air qui est autour de la Lune, l'aidoit; ce qui semblera incroyable à celuy qui n'a pas bien conçû la nature des corps liquides: neantmoins je le demontre par cet exemple.

Que le vase AB soit plein d'eau jusques à la ligne CD, toute l'eau EF pese perpendiculairement, & les autres parties obliquement contre le point F. Empéchez que l'eau EF ne pese perpendiculairement, ce que vous pouvez faire, mettant un autre corps GHI, appuyé sur les bords du vase, & qui represente l'air qui pese contre la Lune : le reste de l'eau suppléera à ce defaut, & pesera contre le point F, tout autant qu'auparavant; puis que l'eau du petit tuyau KF, monte à la méme hauteur precisément.



Troisiémement cette hypothese ne donne point raison du flux qui arrive dans la partie de la mer, opposée à la Lune : car puis que l'air de ce costé-là, fait autant d'effort que celuy qui est de costé & d'autre, il n'y a point de raison que l'eau s'éleve en cet endroit; & ainsi le flux n'arriveroit qu'une fois dans 24 heures. Je ne croy pas qu'on puisse répondre quoy que ce soit, qui ait quelque apparence de probabilité.

Quatriémement cette hypothese est defectueuse, en ce qu'elle attribuë le flux de la mer simplement à la Lune, & par consequent ne donne pas raison de ce que cet effet suit la periode des conjonctions : je veux dire qu'elle ne peut expliquer pourquoy la mer est en repos dans les quadratures : car ce qu'il dit, qu'il y a plus d'humidité dans les nouvelles & les pleines lunes, que dans les autres temps; que cette humeur que le Soleil tire de la Lune, se refroidit plûtost quand elle rencontre l'ombre de la terre qui est plus grande, que quand elle rencontre celle de la Lune qui est plus petite, ce sont des suppositions improbables. Car peut-on assurer probablement que les vapeurs qui sont dans l'air, viennent de la Lune, & que l'air est plus pesant, quand il est plus humide. On voit que les vapeurs dans cét estat, sont plus legeres en espece que l'air. Qu'on les messe donc tant qu'on voudra, on n'en fera pas un corps plus pesant. Enfin, ayant mesme accordé que l'air soit plus pesant aux nouvelles, & aux pleines Lunes, qu'aux quadratures : il ne s'ensuit pas que la mer soit en repos aux quadratures, puisque ce n'est pas simplement la pesanteur de l'air qui en est la cause, mais l'excez de la pesanteur de l'air qui est aux deux costez de la terre, par dessus celle de l'air qui est sous la lune. I'ajouste que dans la pleine lune, l'air qui est entre la lune & la terre, ayant plus de vapeurs tirées de la lune, & refroidies à cause qu'elles sont dedans l'ombre, sera plus pesant que celuy qui est aux costez de la terre, hors de l'ombre; donc il n'y aura pas tant de difference entre leurs gravitations : & quoy qu'une partie de cét air ne pese plus

contre la terre, le reſte eſtant plus peſant pourra ſuppléer à ce defaut.

Je laiſſe quantité d'autres raiſons, comme celle-cy, que les marées les plus grandes, ſeroient ſous la zone torride, où eſt la lune : & que quand elle ſeroit au tropique du Capricorne, qui eſt éloigné de l'Angleterre de 73 degrez & demy, & au meridien, la mer devroit eſtre la plus baſſe, puis que l'Angleterre en ſeroit preſque éloignée d'un quart de cercle, où doit eſtre la plus grande preſſion. J'ajoûte que les marées ſeroient plus hautes en ces pays-cy, quand la lune ſeroit au tropique de l'écrevice, puis que nous ſerions plus proches de l'endroit le plus élevé de la mer. Ainſi la mer qui eſt vers les poles, n'auroit preſque point de marée.

PROPOSITION XV.

REFVTATION DEMONSTRATIVE

De l'Opinion d'Iſaac Voſſius, qui veut que le Soleil par ſa chaleur cauſe le flux de la mer.

VOſſius commence à expliquer la cauſe du flux de la mer, en ſuppoſant que l'eau ſe rarefie par la chaleur, & ſe condenſe par le froid; ce qu'il prouve par l'experience. Si on remplit d'eau froide un vaſe aſſez capable, mais qui ait le col fort étroit, & qu'on le plonge dans l'eau chaude, vous verrez que l'eau ſe reſſerrera, & deſcendra tant ſoit peu; mais ſi on le laiſſe quelque peu de temps, l'eau montera, & s'élevera ſenſiblement dans le col du vaſe : comme au contraire ſi eſtant rempli d'eau chaude, on le plonge dans la froide, apres un petit fremiſſement & une petite élevation, on la verra deſcendre, & occuper moins de place. Il répond fort bien à l'objection qu'on luy fait : Que ſi la mer eſtoit plus haute dans le flux à cauſe de la rarefaction, les vaiſſeaux devroient enfoncer davantage : car il prouve que l'eau ne s'éleve pas de la ſix-milliéme partie de ſa profondeur; & par conſequent qu'un vaiſſeau ne devroit pas s'enfoncer davantage que d'une ſemblable partie, ce qui ne peut s'obſerver. En effet l'eau ne s'éleve pas en pleine mer, plus d'un pied ou deux : ce qui n'eſt pas conſiderable eu égard à ſa profondeur. Il tâche auſſi de prouver que la lune n'a aucune part au flux de la mer, puis qu'elle ne produit ny chaleur ny froideur. Il refute auſſi ce que l'on dit ordinairement, que les eſcrevices, les huiſtres, & autres corps ont plus de ſuc en pleine lune, qu'aux quadratures : attribuant cét effet au flux de la mer. Il aſſeure meſme qu'à Cambaya, à Bengala, & à l'Iſle de Iava, les poiſſons à coquille ſont vuides en pleine lune, & ne ſont bons que 5 ou 6 jours apres que les grandes marées arrivent. Ayant fait ces remarques, il explique le flux de la mer de cette ſorte.

Le Soleil échauffe les eaux de la mer, & par cette chaleur les rarefie : de ſorte que leur plus grande élevation doit eſtre deſſous le Soleil : & parce que cét aſtre éclaire un hemiſphere de la terre, il ſera arrivé dans 6 heures à l'endroit, qu'il ne faiſoit qu'éclairer : ainſi la mer s'abbaiſſera, où elle eſtoit la plus haute, 6 heures auparavant, & deſcendra meſme au deſſous du niveau ordinaire, pour ſe relever incontinent : de meſme façon que les pendules ne perdent pas ſi toſt le mouvement qu'on leur a donné. Cependant, la mer s'abbaiſſe dans ce ſecond endroit,

pendant qu'elle remonte dans le premier : de sorte que le Soleil en estant éloigné de 12 heures, c'est à dire opposé au premier endroit, l'eau est la plus basse dans le second, & la plus haute dans le premier, aussi bien que dessous le Soleil. La mer donc s'éleve aux deux endroits opposez, devant estre fort basse dans les endroits que le Soleil éclaire obliquement par les derniers rayons, c'est à dire où il se leve, & où il se couche. Or parce que la chaleur n'est pas un accident de la nature de la lumiere, laquelle ne subsiste que pendant que le corps lumineux est present : ce mouvement ne peut pas suivre exactement le Soleil, de sorte que la mer se repose quelques minutes entre le flux & le reflux : ce qui fait que les marées n'arrivent pas à la mesme heure, mais retardent tousiours : & Dieu a voulu que la lune retardast de mesme façon, pour estre une marque & un signe de ce mouvement de la mer, si utile à la navigation.

Il explique ainsi la seconde periode. Le Soleil fait le tour de la terre dans 24 heures: or le flux & le reflux ne se font que dans 24 heures 48 minutes. C'est pourquoy le Soleil échauffe la mer, & commence à la faire élever quand elle baisse encore : & ces mouvemens estant contraires, ils se detruisent l'un l'autre. Le second jour le reflux ayant encore plus retardé, le Soleil revenant une heure & demie avant que le reflux soit achevé, luy est encore plus contraire : de sorte que le septiéme jour, le soleil par sa chaleur durant 6 heures entieres donne un mouvement à l'eau tout contraire à celuy qu'elle avoit acquis par les flux precedens; ainsi elle demeure balancée. Apres ce jour, le mouvement que donne le soleil à l'eau, n'en ayant aucun contraire, va s'augmentant de jour en jour, jusqu'à ce qu'il rencontre quelque contrarieté : car la force des reciprocations est tres-grande, dans les mechaniques. Il apporte méme l'exemple d'un pendule, qui feroit ses vibrations dans 12 heures 12 minutes, & qu'un corps meu en rond en 24 heures feroit mouvoir : il tâche de montrer que ces vibrations auroient une periode, par laquelle elles s'augmenteroient, & se diminuëroient.

Il demande ensuite, pourquoy l'eau ne s'élevant qu'un pied ou deux en pleine mer, elle cause neanmoins des marées si prodigieuses sur les bords, & les fait monter en des endroits jusqu'à 80 pieds : ce qui semble contraire à la Statique. Et pour répondre, il distingue l'élevation de l'eau, d'avec le mouvement comme progressif : il dit que la mer commence à s'enfler du costé de l'Orient, & par consequent à couler vers l'Occident, à cause de cette pente; & pendant qu'elle court, le soleil la rarefie, & l'élevant encore davantage, la fait aller plus vitte; & comme il agit toûjours, il augmente toûjours ce mouvement.

La situation des Golphes contribuë aussi beaucoup à ce mouvement : car les marées sont fort hautes, à cause de l'impetuosité qui porte l'eau au delà du niveau dans les Golphes qui reçoivent le flux par une embouchure fort large, qui se retrecit peu à peu : comme aussi dans les fleuves, & dans les endroits où le fond de la mer va doucement en montant.

Demonstration. Cette opinion est inventée avec esprit, mais elle ne rend pas raison de la periode de tous les mois, c'est à dire, elle n'explique pas pourquoy les marées décroissent depuis les conjonctions jusques aux quadratures, & s'augmentent depuis les mémes quadratures jusques aux conjonctions. Car si les marées diminuent depuis les conjonctions jusques aux quadratures, à cause que le soleil rarefie l'eau, quand elle devroit s'abbaisser; cette raison prouve aussi que le temps du reflux devroit estre plus court, & faire plûtost commencer le flux contre la regle ordinaire.

Secondement, il seroit impossible que les marées allassent croissant depuis la quadrature jusques à la pleine lune : car la mer estant en repos au septiéme jour, le flux devroit commencer le lendemain, quand le soleil se leve, puis qu'il échauffe & rarefie l'eau. Or le septiéme jour, le flux ne commence qu'à midy, lors que l'eau devroit commencer à s'abaisser. On ne peut donc pas accorder le retardement du flux avec l'augmentation ou accroissement qu'on y remarque apres la quadrature. Ainsi de quelque façon que vous le preniez, ou il ne sera pas retardé, ou il ne pourra pas croistre, ou il n'arrivera pas à l'heure qu'il faut. J'en ay fait la supputation tres-exacte, je n'ay jamais pû réussir : car enfin puis qu'il y a comme une sorte d'équilibre le jour de la quadrature, le lendemain le soleil commence comme de nouveau, ne trouvant aucun mouvement dans la mer : donc elle doit s'élever à mesure qu'il l'échauffe, & par consequent le flux devroit commencer au lever du soleil. J'ajoûte que le flux devroit commencer plustost en esté qu'en hiver, puis que le soleil se leve plûtost de 3 ou 4 heures, & que sa chaleur est beaucoup plus forte.

Il n'aporte point aussi de raison de la periode annuelle, c'est à dire pourquoy les marées sont plus grandes vers les équinoxes, que vers les solstices.

PROPOSITION XVI.

REFVTATION DEMONSTRATIVE

De l'Opinion du P. Theodore Moret, qui explique le flux de la mer par la vertu magnetique de la lune.

CEt autheur ayant rapporté l'histoire du flux & reflux de la mer, tâche de prouver que la lune en est la cause, parce que les periodes de cet astre répondent exactement aux periodes des marées. En effet elles ont un retardement precisément égal à celuy de la lune, puis que s'il s'y rencontroit quelque difference, il s'en seroit désja beaucoup écarté. Secondement les marées sont tres-grandes aux nouvelles & aux pleines lunes, & tres-petites ou méme insensibles aux quadratures. Il rapporte l'experience des écrevices, des huitres & des os, qui sont pleins aux pleines lunes : & il asseure avoir veu un homme blessé à la teste, à qui on avoit osté une partie du crane, & mis une lame d'argent en la place, laquelle estoit poussée en dehors par le cerveau aux nouvelles & aux pleines lunes, & s'abaissoit au premier & troisiéme quartier. Les yeux des chats suivent la lune : les lunatiques ont des intervalles conformes à ceux de cet astre. Dans l'agriculture il faut avoir égard à l'âge de la lune tant pour semer, que pour couper les bois. Ce qui prouve que la lune domine sur les corps humides. Il tâche ensuite de prouver cette vertu magnetique de la lune, & il dit que comme un aymant, s'il estoit bien balancé, en quelque lieu qu'on le transporte, tourne son méme costé à la terre ; ainsi la lune nous montre toûjours la méme face.

Mais il veut que la lune n'ait cette vertu attractive, que quand elle est éclairée, ainsi que le soleil ne produit de la chaleur que par sa lumiere.

Demonstration. Si la lune causoit le flux de la mer par une vertu magnetique, il n'y devroit avoir aucun flux, quand la lune seroit au dessous de l'horizon. Il répond que quand la lune attire l'eau de la mer, & que par cette attraction elle la fait élever, le centre de gravité de la terre se change, & se trouve du costé de

la lune : & parce que le centre doit estre le méme que celuy du monde selon les loix de l'équilibre, la terre s'écarte un peu de la Lune, & les eaux s'ajustant en rond autour de ce nouveau centre de gravité, s'élevent aussi tant soit peu : & comme la Lune fait son tour, ces deux élevations d'eau oppoſées diametralement, roulent aussi autour de la terre. Je dis neantmoins que cette façon d'expliquer ne ſe peut ſoûtenir.

Premierement, elle veut que l'eau de la mer, attirée par la Lune, s'éleve, & que le centre de gravité ſe change par cet aſſemblage d'eau : ce qui eſt une contradiction évidente ; car un poids ajoûté d'un coſté, fait changer le centre de gravité, quand il fait effort actuellement, & non pas quand ſa gravitation eſt ſuſpenduë par l'attraction d'un autre corps. Ainſi l'équilibre ne ſeroit pas déti uit, quoy que vous ajoûtaſſiez un poids de fer dans un plat de la balance, s'il eſtoit ſuſpendu, & luy, & les autres, par une pierre d'aymant. Donc, tant s'en faut que les eaux qui s'élevent vers la Lune, doivent faire monter le centre de gravité de ce coſté-là, qu'au contraire elles le devroient faire deſcendre du coſté oppoſé, puiſque cette attraction diminuë la peſanteur.

2. Que ſi la terre eſt auſſi attirée, je trouve une autre contradiction, qui eſt, qu'elle monte vers la Lune, & que ſon centre de gravité eſtant monté, elle doive deſcendre.

Troiſiémement, pourquoy eſt-ce que la terre monte, & que la Lune ne deſcend point ? Car toute attraction eſt mutuelle ; celuy qui a moins de difficulté à ſe mouvoir, le doit faire plûtoſt que l'autre. Enfin un pois ajoûté, ou oſté de la terre, ne luy fait pas changer de place, puis qu'elle a d'autres principes de fermeté que ſa peſanteur, comme la vertu magnetique, qu'on ne luy peut refuſer aprés tant d'experiences qui la prouvent. Ainſi cette façon d'expliquer les deux flux & reflux qui arrivent chaque jour, ne peut ſubſiſter.

C'eſt pourquoy le meſme Autheur ne ſe fiant pas à cette premiere idée, cherche une autre explication moins embaraſſée. Il dit que les eaux s'élevent ſous la Lune ; & que comme elle roule autour de la terre, cette élevation d'eau fait le même tour : mais eſtant arrivée au bord de la mer, & ne pouvant aller plus avant, pour ſuivre la Lune, elle eſt comme abandonnée, & retombe de ſon propre poids. Il veut qu'elle acquiere de l'impetuoſité par ce mouvement, qu'elle ſe balance, & qu'elle ſe releve une ſeconde fois, avant que la Lune paroiſſe. Mais cette explication n'eſt pas juſte : car elle meſure le temps d'une marée à l'autre par la largeur de la mer, laquelle eſtant differente dans divers endroits, ne s'ajuſteroit pas preciſément avec le cours de la Lune.

Secondement, les experiences montrent évidemment que les eaux ne s'élevent pas, à cauſe qu'elles ſont attirées par la Lune. Car ſi cela eſtoit, quand la Lune ſe leve en Canada, l'eau ſe retireroit des coſtes, pour venir vers la Lune ; & ainſi le reflux commenceroit ſur les coſtes Orientales de l'Amerique au lever de la Lune : & ſur les coſtes de l'Europe, la mer viendroit à nous eſtant attirée par la Lune à ſon lever, & ce ſeroit le flux : ce qui eſt contre l'experience.

Troiſiémement, quand la Lune eſt au tropique du Capricorne, qui eſt éloigné de nous de ſoixante & treize degrés, nous devrions avoir baſſe mer : ce qui eſt auſſi contre l'experience.

Quatriémement, les marées ſeroient plus hautes dans la Zone torride qu'aux autres endroits, ce qui n'eſt pas vray.

Cinquiémement, ſi cette vertu magnetique de la Lune eſt indépendante de ſa

differentes. J'ay aussi remarqué assez souvent que les feüilles des choux, d'oignons, de porreaux, & d'autres herbes, estant amassées & pourries, on sentoit de temps en temps tantost l'odeur des choux, tantost celle des oignons, & un peu aprés, celle des porreaux.

Les Chymistes reconnoissent la fermentation, comme un de leurs principes, & s'appliquent à en bien observer les periodes. En effet, nous voyons que les plantes ne doivent germer qu'en certains temps, & que c'est en vain qu'on les presse. Ainsi le blé estant semé dans un pays trop chaud, & qui ne luy donne pas le loisir de se fermenter, ne jette que de l'herbe: comme on l'a souvent experimenté dans les Isles Antilles. J'ajoûte que cette fermentation n'arrive presque jamais que dans un mélange de parties heterogenées, lesquelles estant separées l'une de l'autre, perdent presque toute leur vertu.

Ce ne sont pas seulement les corps vivans qui ont leurs periodes, ainsi que nous voyons arriver aux œufs, qu'on ne peut faire éclorre que dans un temps determiné; mais encore les corps inanimez. Ainsi j'ay remarqué qu'ayant détrempé de la poussiere d'emeric, pour travailler des verres de lunette, elle s'échauffoit aprés quelque temps, & s'élevoit avec quelque sorte de boüillonnement. Et pour ne nous pas éloigner de nostre sujet, l'eau des puits proche de la mer, a cette proprieté, qu'estant mise dans des tonneaux, elle se broüille, & produit une écume presque blanche, comme si on y avoit jetté du savon; & aprés quelque temps elle s'éclaircit, & ne se gaste plus. Il est encore tres-certain que l'eau de la pluye passant par les terres, pour se jetter dans les rivieres, & de là dans la mer, porte avec soy beaucoup de limon, & quantité de sels tirez de differens corps; c'est pourquoy on ne sçauroit nier qu'il ne s'y puisse faire quelque fermentation. Quelques uns asseurent y avoir remarqué quelque boüillonnement; & peut-estre que c'est par cette vertu, qu'elle pousse l'algue, & les autres ordures au bord.

Je dis en quatriéme lieu que l'élevation de l'eau dans la mer, ne se fait pas par la rarefaction de l'eau, mais plûtost par celle des esprits: parce que l'eau se rarefieroit par tout; ce qui est contre l'experience, puisque le flux n'arrive pas par tout. Secondement, il faut expliquer la fermentation de la mer, comme les autres, lesquelles se font principalement par les esprits qui s'agitent & s'élevent.

Je dis en cinquiéme lieu, que le mouvement & l'agitation de ces esprits, doit avoir ses periodes, mesme indépendemment de toute cause exterieure, en sorte qu'aprés leur plus haute élevation, ils doivent reprendre leurs forces, & reparer leur perte & leur dissipation. Car nous voyons de semblables periodes dans les autres corps: premierement la periode des jours critiques, est assez remarquable dans l'homme, qui se fait de sept en sept jours: secondement dans toute sorte de fermentation, le boüillonnement n'est pas continu & égal; mais on en voit quelques-uns qui s'élevent plus que les autres: ainsi le vent souffle par bouffée, & les flots de la mer ne sont pas égaux, mais le dixiéme est plus violent. Enfin, nous apportons quelque raison, de ce que les lacs n'ont point de flux & reflux, l'eau y estant trop pure; de sorte qu'elle n'a pas ces esprits qui s'agitent, & s'élevent de temps en temps. Nous pouvons aussi expliquer, pourquoy les marées sont plus grandes en certains endroits, n'y ayant pas plus de difficulté, qu'à concevoir que la vigne réüssit mieux en des terroirs, qu'en d'autres. La situation des lieux peut aussi beaucoup contribuer, à faire que les marées s'é-

levent plus haut, & qu'elles arrivent plûtoſt, ou plus tard. Que s'il eſt vray, comme aſſeurent quelques-uns, que ſouvent deux marées ſe rencontrent, on ne ſçauroit expliquer cet effet, qu'en diſant que les eſprits ſe ſont agitez en deux endroits éloignez, ſans qu'il y ait eu une ſemblable agitation dans l'entre-deux.

Pour ce qui eſt de l'Euripe, il faudroit en ſçavoir les circonſtances : car ſi la mer s'élevoit de temps en temps dans le Golfe de Salonichi, elle produiroit cette alternative de mouvemens dans ce détroit de Negrepont.

Je dis en ſixiéme lieu, que la Lune peut encore déterminer ces eſprits, & contribuer à leur agitation : car ſi la Lune n'y avoit point de part, il ne ſe pourroit pas faire que les periodes des marées s'accordaſſent ſi juſtement avec celles de cet Aſtre. Cela eſt auſſi probable, que de dire que la Lune concourt aux effets que cauſe la melancolie dans les lunatiques, quoy qu'ils ne ſoient pas expoſez aux rayons de cet Aſtre, parce qu'elle produit un certain temperament dans l'air, qui s'inſinuë par tout.

On peut nous objecter que le flux eſt plus grand à la nouvelle Lune, que pendant les quadratures ; donc la Lune qui n'agit que par ſa lumiere, n'y a point de part.

Je rèpons qu'on a remarqué meſme dans les autres effets, que la Lune a plus de force dans la conjonction, qu'aux quadratures ; ſoit que cela vienne des rayons du Soleil, qui paſſent par ſon athmoſphere ; ſoit parce que les rayons du Soleil, qui éclairoient peu auparavant les parties orientales de cet Aſtre, tombent ſur les occidentales ; ſoit que pour lors la Lune n'agiſſe point du tout : ce qui eſt cauſe que les eſprits qui eſtoient dans l'air, tombent dedans la mer. Car il arrive ſouvent que les meſmes effets ſont produits par des cauſes tout-à-fait contraires : ainſi nous voyons que l'antiperiſtaſe du froid, augmente la chaleur, reſerrant les eſprits du feu. Enfin, pourveu que ces eſprits ayent une periode, qui approche de celle de la Lune ; ſi peu qu'elle agiſſe ſur eux, quand elle eſt pleine, elle les determinera à faire un effort, & le reſte de la periode ſe pourra achever, ſans que la Lune y faſſe beaucoup ; parce que la marée la plus grande eſtant arrivée, & l'évaporation eſtant faite, il faut reparer cette perte. Enfin nous voyons de plus grands changemens à la nouvelle, qu'à la pleine Lune.

Je ne croy pas meſme qu'il ſoit neceſſaire, que ces eſprits s'élevent deux fois le jour : car quand ils ne le feroient pas, la marée ne laiſſeroit pas d'arriver, de meſme qu'un pendule ; principalement s'il eſt vray que la marée qui arrive, quand la Lune eſt deſſous l'horiſon, ſoit plus petite que l'autre.

Il faut auſſi remarquer, que la Lune n'excite pas ces eſprits preciſément par ſa chaleur : car enfin nous voyons qu'une chaleur extraordinaire, empêche ſouvent ces fermentations. Peut-eſtre auſſi qu'avec la lumiere, ſe mêlent quelques eſprits, qui ſont les diſſolvans de ceux qui ſont dans la mer ; ainſi que nous voyons que ce n'eſt pas ſeulement le froid qui fait glacer l'eau ; mais qu'il eſt neceſſaire que certaines vapeurs s'y mêlent, qui luy ſervent comme de coagule. Quoyque ce boüillonnement ne fuſt pas ſenſible & viſible, il ne laiſſeroit pas de ſe faire, puiſque l'élevation qui arrive dans la mer, eſt comme un rien, eu égard à ſa grandeur.

Les marées ſont plus grandes vers les Equinoxes, parce que la ſaiſon eſt plus douce, & plus humide. De plus, toute la terre eſt éclairée par le Soleil, & la Lune.

PRO-

PROPOSITION XVIII.

Comme un Pilote se doit servir du flux de la mer.

PUisque la marée n'est ordinairement qu'une élevation de l'eau, on ne s'en doit point mettre en peine en pleine mer, où elle ne cause aucun courant: comme aussi il n'y en a aucun de sensible, mesme sur les costes de la Mediterranée, excepté à Venise.

Il faut donc remarquer, qu'encore que dans les lieux libres, la plus grande élevation de l'eau, que nous appellons le vif de l'eau, arrive quand la Lune est au meridien: il n'en est pas de mesme sur les costes, parce que la marée y cause des courans, & transports d'eau, d'un lieu à un autre, qui ne se peuvent faire que dans un temps determiné: ainsi la marée y arrive ou plûtost, ou plus tard. C'est pourquoy, quand on veut entrer dans un Port, il faut prendre le temps, auquel il est pleine mer en cet endroit.

Nos Pilotes ont tort, de transporter la division de la bousſole à toutes sortes de divisions: & au lieu de partager le jour en vingt-quatre heures, de le diviser en trente-deux rumbs. Ils le font neantmoins; & au lieu de dire que le vif de l'eau sera à l'isle de Ré à trois heures, ils disent que le vif de l'eau sera à l'isle de Ré le jour de la nouvelle, ou pleine Lune, quand la Lune sera au Sud-est. Cette façon de parler, a donné occasion à quelques-uns de se tromper, croyant qu'en effet c'estoient les Azimuts qui déterminoient la marée, & non pas les cercles horaires. Il est vray que le temps de la marée reculant tous les jours de quarante-huit minutes, c'est à dire de douze degrez; & les rumbs estant éloignez l'un de l'autre de onze degrez & $\frac{1}{4}$, ce rapport rend en quelque façon excusable leur façon de compter par rumbs de vents.

Pour sçavoir l'heure qu'il est pleine mer en quelque endroit que ce soit, il faut sçavoir l'heure qu'il est pleine mer en ce lieu-là, le jour de la pleine, ou nouvelle Lune, & reculer de trois quarts d'heures par jour, c'est à dire de quatre heures dans cinq jours. Par exemple, si l'on demande à quelle heure il est pleine mer à l'isle de Ré le 6. de la Lune. Si le jour de la nouvelle Lune il est pleine mer à trois heures, il faut reculer quatre heures dans cinq jours, & trois quarts d'heures pour le sixiéme jour: donc le 6. de la Lune, il est pleine mer à l'isle de Ré à sept heures & trois quarts.

On peut ainsi s'épargner la peine de supputer. Faites deux cercles concentriques: que l'exterieur soit immobile, divisé en vingt-quatre heures; que l'interieur soit mobile, & divisé en vingt-neuf jours & demy; & que la suite des jours aille comme celle des heures. Mettez le premier jour de la Lune sur l'heure que le vif de l'eau arrive, pour le pays dont il s'agit, chaque jour de la Lune répondra à l'heure qu'il est pleine mer en ce lieu-là.

PROPOSITION XIX.

Le Catalogue des Ports & des Costes, & de l'heure que la pleine mer y arrive, le jour de la nouvelle & pleine Lune.

Heures.

Coste d'Espagne.

12. A Taviles.

3 1/2 A Palos, & Ayamonte.

2 1/2 S Lucar de Barramede.

1 1/2 Au détroit de Gilbratar.

1 3/4 Au cap Carteya, au c. Trafalgar, & au c. de Ste Marie.

3 1/4 A l'embouchure du Tage.

3. A la coste d'Algarbes, à Villa-Condo, & à Montego.

3 1/4 A S. Vestones, & Maëstrol.

4. A S. Andero.

Coste de France.

5. A la coste de Gascogne, à l'embouchure de la Gironne, de la Loyre, à l'isle de Ré, à Vuert & Pennaques, à la coste meridionale de la Bretagne.

3 1/4 A Ollone Bolliene.

3 1/4 A Broüage, la Rochelle, Garande, S. Nazario.
A C. Fourne, ou Four.

1 1/2 Bell'isle.

2 1/4 Fontenau, Breſt, Boleda.

4 1/2 A Uly Conguer, l'isle d'Uchant aux sept Isles.

5 1/4 A Rasiu, à Hebas.

6. S. Malo.

7 1/2 A Bresont.

9. A Portland, Carnesal, Blanchernes, Calais, Caën, Honfleur, l'embouchure de la Seine.

10 1/2 A Diépe, S. Valeri, à Roüen, à Fescan sur les costes de la Normandie & Picardie, Boulogne.

Heu. 11 25. mi. *Costes d'Angleterre, Escosse.*

9. L'isle Vuich aux Costes orientales de la mesme Isle.
12. Aux écueils qui sont proches.
8. De Vuich a Bevesor.
8 1/4 Au Port d'Artem.
7 1/2 De Plimout au c. Lezard.
6. La coste occidentale de Plimout.
5 1/2 A l'Orientale.
4 1/2 Les Isles Sorlingues.
6 1/4 Pessans Mursol.
7 1/2 Faiut, Falamui.
11 1/4 Doüer, Dublin, l'embouchûre de la Tamise.
5 1/4 S. Michel, S. Neuton.
6. D'Amour, Boston, Briston, Lund & Hult, depuis Morat jusqu'à Lime.
9. S. Nicolas devant Hult.
11 1/2 S. Helene, Ste Marguerite.
10 1/2 Yarmouth.

En mer.

5 1/2 Foye, Fourmouth.
7 1/2 C. Statte.
11 1/4 Vinsel, Porchester.
12. C. Bsouve, & Sohapton.
1 1/2 Valper, & à l'embouchûte du Canal.
4 1/2 Flambourouhead.
5 1/4 Aux costes de Valles.
6 1/4 Dans le Canal entre Favich & Unelmugan.
3. Proche de Londres, à l'embouchure de Curlid.
11 1/2 Schelaver.
11 1/4 Dans le Port d'Harvich.
10 1/2 Au dehors.
9. C. Sporne, Bremole, Wiatterton à l'embouchure de l'Umbre.
3. Parvuicht, Tymmout, Stokton, Wilibray, C. S. Tabs, Albrod & Oëths, à l'Oüest de l'Escosse.
2 1/2 Montrot.
2 1/4 Lith Edenbotout.
3. Bucahan & Slates, entre l'Escosse & les Orcades.
1 1/2 Autour de l'Irlande.
4 1/2 Catafurde, Corea, &c.
3. Aux Costes occidentales de l'Irlande.
5 1/4 Aux Ports de l'Irlande, qui sont au Sud.

La Flandre & la Hollande.

12. Dunxerque, Ostende, Neuport, au fleuve Weper, & à Unes.
1 1/2 à Zelande, Bergen, Briela.
3. Aux Bancs qui sont devant la Zelande, vers la Flandre.
11 1/2 Flesingue.
2 1/4 à l'embouchûre de la Mosselle.
1 1/2 à l'embouchûre de la Meuse.
3. Armentier.
1 1/2 Goër, & depuis Calais jusqu'à Gravelingue.
3. Amsterdam, Dordras, Campen.
3 3/4 Roterdam, Delfe, Haven, Tuer.
6. Devant le Texel, devant Hamabourg.
7 1/2 Au Texel.
9. Blox, Dorkam, Vuitlam.
12. à l'embouchûre d'Eycler, & aux Isles de Jutlande.
9. Aux Costes de Frise, & à l'Embouchûre de l'Amisis.
11. Meleshuard, & Wangervoc.
1 1/2 Doodebergh.

Finmarchie, Finlandie, Livonie, Russie.

1 1/2 La coste de Finmarchie.
12 3/4 Nort, Caën.
3. Vadhous.
12. Bosfort-laplandie.
7 1/2 L'isle de Kilden.
8 1/4 Cap de Ste Marie.
Cap Thchers, & Ponoy.
10. Mer blanche.
6. à l'embouchûre de Divina.
1 1/2 Motzoren, l'isle Cadenox.
3. L'isle Cogen, & l'embouchûre du fleuve Pecora.
6. Archangel.

Afrique.

5. Cap Sparter, C. Gruel, & C. Cantin.
Cap Matas, & Roxo.
5. Depuis là, jusqu'à l'équateur.
9 3/4 C. Blanc.
8 1/2 C. Serra lione.
3. C. Noir, & depuis l'équateur jusqu'au cap de Bonne-esperance.
5. Au Canaries à Tenerif.
8 3/4 à Macao.

Amerique Boreale.

7 1/2 à la Floride.
6. à Keboc.
9. Aux trois Rivieres.

Amerique Australe.

2 1/4 C. Caribe.
6 1/4 à l'embouchure du fleuve des Amazones.
12. Port Desire.
3. Les costes de Chily.

PROPOSITION XX.

Du Vent en general.

PUisque les Navigations se font à la faveur du Vent, je croy qu'il ne sera pas hors de propos d'en expliquer la nature, & les proprietez.

Le Vent n'est autre chose qu'un mouvement de l'air, qui est de durée, & qui est sensible mesme au toucher. En effet, quand avec un éventail nous remuons l'air, nous sentons la mesme chose, que quand le vent souffle; neantmoins, à proprement parler, nous ne l'appellons pas vent, à cause de son peu de durée.

Je dis en premier lieu, que souvent le vent n'est composé d'aucune exhalaison. Premierement, quand il y a un grand feu à la cheminée, nous sentons un grand vent qui entre par la porte, & par les autres ouvertures; or ce vent n'est composé d'aucune exhalaison, puisque l'exhalaison du feu ne peut avoir le mouvement que nous sentons dans le vent qui entre par la porte. L'air estant rarefié par la chaleur, & rendu plus leger, sort par la cheminée; ce qui est cause que l'air de dehors entre par la porte, & prend sa place. Pareillement, quand on brûle le chaume dans les champs, il se produit du vent, qui se porte vers le feu. Quand il pleut, comme l'air se condense en cet endroit, l'autre air accourt, & fait du vent. Une Æolipyle souffle bien longtemps, sans qu'on puisse dire que le vent qui en sort, contienne quelque exhalaison. J'en dis de mesme du vent, qui se forme à l'entrée des Cavernes.

Ce n'eſt pas que l'exhalaiſon ne puiſſe auſſi ſe changer en vent, puiſque nous voyons que le ſalpetre allumé ſouffle long-temps, & que la poudre enflammée produit un grand vent : mais je veux dire que l'exhalaiſon n'a aucune puiſſance de ſe mouvoir, ſi ce n'eſt quand elle ſe rarefie. Il ſuffit donc que l'air ſoit remué, pour ſentir du vent. Le vent ſeche le linge, parce qu'il emporte l'eau, & ſans avoir aucune qualité de ſechereſſe.

PROPOSITION XXI.

La cauſe des Vents.

IE trouve trois opinions contraires, touchant la cauſe des Vents: La premiere eſt celle d'Ariſtote, qui ſemble dire que la cauſe des Vents eſt une exhalaiſon ſeche, fort ſemblable à la fumée ; comme les vapeurs les plus épaiſſes ſont la cauſe, & la matiere des pluyes. La ſeconde opinion eſt celle de Metrodore, qui croit que le vent eſt produit par une vapeur échauffée. La troiſiéme eſt de pluſieurs nouveaux Philoſophes, qui diſent que l'air immediatement peut eſtre la cauſe du vent. Il ſe peut faire que toutes ces opinions ayent quelque choſe de vray, le vent pouvant eſtre produit par toutes ces cauſes.

Je dis donc que quand le Soleil éleve tout d'un coup, une grande quantité de vapeurs & d'exhalaiſons, il faut neceſſairement qu'il produiſe du vent.

Parce que ces vapeurs ne peuvent s'élever, qu'elles n'occupent la place de l'air, & par conſequent qu'elle ne le chaſſent, & ne le pouſſent du coſté, qui luy ſera moins de reſiſtance : & parce que l'air s'appuye ſur la terre par ſa peſanteur, ce mouvement ſera plûtoſt circulaire autour de la terre, qu'en ligne droite. Ainſi ordinairement il s'éleve quelque vent, dés que le Soleil paroiſt ſur l'horiſon. Les vents du Nord commencent, quand les neiges fondent: & ces meſmes vents ſont fort ordinaires en ces pays-cy. Auſſi-toſt qu'il a plû dans le Dauphiné, la bize ſouffle en Provence. Sur les montagnes couvertes de neige, le vent commence, dés que le Soleil donne ſur la neige.

Je dis en ſecond lieu, que ſi beaucoup de vapeurs ſe condenſent tout d'un coup, & tombent ſur la terre, il faut que cette chûte produiſe du vent. Car il ne ſe peut faire que ces vapeurs ſe condenſent, qu'elles n'occupent un plus petit eſpace qu'auparavant ; il faudra donc que l'air accoure, pour remplir la place, & que ſon mouvement ſoit quelquefois aſſez violent. La pluye appaiſe le vent, au lieu où il pleut ; parce que le vent l'empeſchant de tomber, il faut neceſſairement qu'il ceſſe, pour donner paſſage à la pluye. Elle peut encore par ſa peſanteur, arreſter ſon cours : mais auſſi la pluye produit le vent, parce que l'air accourt pour remplir la place, que la vapeur changée en eau, n'occupe plus.

Je dis en troiſiéme lieu, que non ſeulement les vapeurs ; mais les exhalaiſons mêmes, quand elles ſont ſeparées des vapeurs, ou qu'elles n'en contiennent que fort peu, peuvent ſe rarefier, pouſſer l'air, & cauſer le vent.

Quand les nuées ayant fort peu d'épaiſſeur, paroiſſent comme rougeâtres, & reſſemblent à une fumée, elles pronoſtiquent du vent ; or ſi elles ne ſe rarefioient pas, elles ne produiroient pas de vent, n'ayant autre principe de leur mouvement, que la rarefaction. I'ajoûte qu'elles ſe peuvent plus facilement rarefier dans cet état, que ſi elles eſtoient plus épaiſſes, parce qu'empêchant les rayons du

Soleil, elles ne seroient pas toutes éclairées à la fois, comme elles le sont, estant plus delicates, & contenant moins d'eau.

Il est tres-probable que ces exhalaisons se peuvent rarefier, non seulement par la chaleur du Soleil; mais aussi d'elles-mesmes, quand elles sont libres, & dégagées des vapeurs: parce que pour lors elles s'enflamment. Et de fait, la plûpart des grands vents commencent par des eclairs. Ie me souviens que l'an 1644, allant de l'isle de Naxie à celle de Scio, environ le vingt trois de Decembre, estant proche d'Icarie, il se fit tout d'un coup un éclair, du costé de l'Est Nord-est; le Pilote dit que c'estoit un mauvais signe, & qu'assurément nous deviens attendre un grand vent de ce costé-là; ce qui fut vray, car en moins d'une heure il commença, & dura plus de trois semaines, estant accompagné de tonnerres, & d'éclairs. Or cette inflammation ne pouvoit pas estre causée par le Soleil, puis qu'il estoit nuit.

Il semble que tous les vents impetueux ne peuvent estre causez que par une inflammation, laquelle a des effets à peu prés semblables à ceux de la poudre.

Nous pouvons ainsi donner raison de ce que quelques années sont pluvieuses, & les autres sont sujettes aux vents; car cela arrive, suivant que le Soleil attire plus de vapeurs, ou plus d'exhalaisons.

I'estime donc que l'exhalaison peut causer le vent, plûtost par sa rarefaction que par sa chûte, qui ne sçauroit estre si precipitée, qu'elle puisse produire un grand vent: particulierement ne la voyant jamais tomber, comme fait la pluye.

Que si nous disons que l'eau ne monte en vapeur, que parce que les esprits de feu se mêlent avec ses parties, nous pourrons facilement expliquer, comme le vent se leve aprés la pluye. Car si la vapeur se change en eau, il faudra que le feu s'en separe; & parce que le feu s'agite continuellement, il produira ce mouvement, dés qu'il sera separé de l'eau, & ainsi se changera en vent; mais il est necessaire que l'exhalaison soit comme enflammée, pour produire cette agitation.

Ie dis en quatriéme lieu, que l'eau ou la vapeur se rarefiant promptement, se peut changer en vent. Les Eolipyles nous en fournissent une preuve tres forte, puis qu'un verre d'eau se changeant en vapeur, souffle pendant une heure.

2. Si les seules exhalaisons produisoient les vents, il y en auroit moins sur la mer que sur la terre, puisque la mer fournit plus de vapeurs, & moins d'exhalaisons. Or, il ne faut pas s'imaginer que tous les vents qui soufflent en mer, viennent de terre, puisque les bons Pilotes distinguent fort bien les uns d'avec les autres. C'est ainsi que Vespusius Americus découvrit l'Amerique, jugeant par la qualité du vent qui soufflоit, qu'il y avoit de grandes terres de ce costé-là.

3. Les vents sont plus ordinaires dans le Printemps & dans l'Automne, qu'en Hyver & en Esté.

4. Les lieux secs ne produisent aucun vent. Ainsi Digbi Amiral d'une Flotte Angloise, voulant revenir d'Egypte, dit fort bien qu'il ne falloit pas costoyer l'Egypte, Barca, ny la Barbarie, parce qu'ils y rencontroient des bonaces, ces pays estant secs & arides; & qu'il estoit plus à propos d'aller chercher les vents vers le Nord: mais son opinion n'ayant pas esté suivie, ils trouverent en effet de grands calmes.

5. En plusieurs endroits, la seule rosée produit du vent tous les matins; comme dans la partie meridionale de l'isle de Candie, dans la Troade, & une infinité d'autres lieux. Aussi n'y a-t-il point presque de pays, qui n'ait quelque vent particulier, comme vers Narbonne.

I'ay remarqué dans les Isles de l'Archipel, que l'Esté, le vent suivoit le Soleil. Nous pouvons étendre cette façon d'expliquer, à tous les vents Regionaux, à tous ceux qui sortent des Cavernes, & à plusieurs autres.

Gassendi croit que l'eau, ou la vapeur ne pourroit estre cause du vent, si elle n'estoit agitée par les sels : mais ce principe, quoyque peut-estre assez probable, auroit besoin d'estre expliqué plus au long.

Ie dis en dernier lieu que la rarefaction, ou la condensation de l'air, ne peut estre cause d'un grand vent ; parce que l'air estant déja fort rare, quoy qu'il se rarefiast davantage, il ne peut faire une difference assez notable, pour causer un si grand effet. Il n'en est pas comme de l'eau, laquelle estant rarefiée en vapeur, tient mille fois plus de place, que quand elle est encore eau. Secondement, au Printemps & en Autonne, quand le temperament de l'air est plus moderé, nous avons de plus grands vents.

Le vent d'Est, qui est presque continuel dans la Zone torride, ne prouve pas que la seule rarefaction de l'air, puisse produire le vent : parce que nous sommes asseurez, que dans tous les endroits où le vent regne, le Soleil attire quantité de vapeurs, à la rarefaction desquelles nous pouvons facilement attribuer sa production, particulierement ne sçachant pas si le vent souffle en terre ferme.

Ie ne puis pas me dispenser de refuter en passant, l'opinion des Carthesiens, qui tâchent d'expliquer ce vent d'Est continuel sous la Zone torride, par le mouvement de la terre. Ils asseurent donc que dans quelque tourbillon que ce soit, qui roule autour de son centre, les parties les plus proches font leur tour plus viste, que celles qui en sont plus éloignées. C'est ainsi que les estoiles qui roulent autour du Soleil, employent plus de vingt milles années à faire leur tour, Saturne trente, Iupiter douze, Mars deux, la Terre un an, Venus huit mois, Mercure quatre, & la circonference du Soleil, vingt-sept jours. Pareillement dans le tourbillon de Iupiter, sa circonference fait son tour dans neuf heures, & ces Satellites employent plus de temps, à mesure qu'ils sont plus éloignez de cet Astre. De mesme, les parties du tourbillon de la Terre les plus éloignées du centre, employent plus de temps à faire leur tour, que celles qui en sont plus proches : c'est pourquoy la Lune fait son tour en vingt-sept jours ; & la matiere de ce tourbillon qui porte la terre, & qui l'environne, roulera de telle sorte, que celle qui est vers l'équateur, sera plus long-temps à faire son tour, que celle qui est plus proche du Pole : & parce que c'est ce tourbillon, qui donne le mouvement à la terre, elle aura un mouvement metoyen entre celuy des parties polaires, & celuy des parties qui sont vers l'équateur : donc la terre ira plus viste en Orient, que les parties qui sont à l'équateur, d'où s'ensuivra un vent d'Orient continuel.

Demonstration. L'observation du vent oriental, refute demonstrativement cette opinion, ses circonstances estant tout-à-fait differentes de celles qu'il devroit avoir, si ce tourbillon de l'air en estoit la cause.

Premierement, ce vent d'Orient devroit estre en tout temps également étendu d'un costé & d'autre de l'équateur : ce qui est faux. Car dans la mer de l'Inde, à peine arrive-t-il jamais à l'équateur ; & dans la mer Atlantique, il ne changeroit point, selon les divers aspects du Soleil. Secondement, il regneroit aussi bien sur la terre, que sur la mer : ce qui n'est pas. Troisiémement,

le vent d'Oüeſt ſeroit perpetuel dans les Zones temperées. Quatriémement, le vent d'Eſt devroit s'étendre, non ſeulement juſqu'aux tropiques ; mais encore juſqu'au ſoixantiéme degré, puiſque le parallele ſoixantiéme eſt la moitié de l'équateur. Cinquiémement, ce vent d'Eſt devroit eſtre plus fort ſous l'équateur, qu'ailleurs ; ce qui n'eſt pas.

On peut auſſi mettre au nombre des cauſes du vent, les eſprits qui ſortent de la mer, & qui produiſent le flux : en effet, nous voyons que les grandes marées cauſent ordinairement de grands vents.

PROPOSITION XXII.

Pluſieurs queſtions touchant les Vents.

ON demande d'où vient que les Vents regnent plus pendant l'Hyver, que pendant l'Eſté. Il eſt certain que dans les Zones temperées, les vents ſont ſi ordinaires pendant l'Hyver, qu'à peine la bonace y dure quelques heures ; & l'Eſté, elle dure pluſieurs jours : mais je croy qu'il n'en eſt pas de meſme proche des Poles, où tout eſt glacé.

Je répons que les vapeurs ne ſont pas ſi hautes l'Hyver, que l'Eſté ; ainſi le moindre changement qu'elles reçoivent, fait un vent ſur la terre & ſur la mer, qui ſeroit dans les nuées, ſi elles eſtoient plus hautes. Secondement l'Hyver, nous avons plus de vapeurs, je ne dis pas de celles qui s'élevent au lieu où nous ſommes, mais qui nous viennent de la Zone torride. Les vents de la Mer Mediterranée, ont des cauſes particulieres. Le Mont Atlas fournit le Lebeſch, ou Sud oüeſt. Le Mont Liban qui eſt en Syrie, le Siroc, ou Sud-eſt. Les montagnes d'Armenie, le Grec ou Nord-eſt : les Alpes, le Nord, comme l'Appennin : les Pyrenées, le Maëſtral, ou Nord-oüeſt.

2. Le vent de ſa nature, n'eſt ny froid ny chaud ; mais il prend la qualité des pays, par où il paſſe. Ainſi les vents du Midy ſont chauds, parce qu'ils viennent de la Zone torride : les vents du Nord ſont froids ; ce qu'il faut entendre ordinairement. Car le vent du Nord eſt tres-chaud à Smirne, à cauſe qu'il paſſe ſur la Troade, qui eſt fort ſablonneuſe. Les vents de mer en Eſté ſont frais, eu égard à l'air qui eſt échauffé ; & l'Hyver ils ſont chauds, à cauſe qu'ils portent avec eux quantité d'eſprits. Le vent d'Eſt eſt fort frais dans la coſte orientale de l'Amerique, parce qu'il vient de mer ; & chaud dans l'occidentale de l'Afrique, parce qu'il vient de terre.

3. On demande pourquoy le vent ſouffle par repriſes ; & le vent du Sud, plus que le vent du Nord.

Quelques-uns apportent l'exemple d'une bouteille, dont l'eau ſort par repriſes, pour faire place à l'air qui entre : mais je croy que cette comparaiſon n'eſt pas à propos. Nous avons un effet plus ſemblable dans les portevents des orgues, dans leſquels le vent ne court pas uniformement, s'ils ſont trop longs, c'eſt à dire ſi les ſouffets ſont trop éloignez du ſommier ; parce que l'air ſe pouvant facilement preſſer, il ſe condenſe au moins juſqu'à un certain degré, plûtoſt que de pouſſer celuy qu'il rencontre ; & quand il le pouſſe, il reprend une extenſion naturelle, puis ſe condenſe derechef. C'eſt ce que

que nous remarquons facilement par le ton des tuyaux, qui ne demeure pas le même, mais devient par reprises plus grave, & plus aigu.

La bize estant plus froide, au moins à nostre égard, que le vent du Midy, est aussi plus ferme & plus capable de pousser l'air qu'elle rencontre : c'est pourquoy elle souffle avec plus d'uniformité, sans élever de si grands flots. Elle a toute sa force dés le commencement, parce qu'elle serre les pores de la terre par sa froideur, & empesche les vapeurs & les exhalaisons d'en sortir. Le vent du Sud au contraire, ouvrant par sa chaleur les pores de la terre, fait sortir des exhalaisons, qui le renforcent.

Il est assez ordinaire que la bize rend l'air serain, & que le vent du Sud apporte la pluye : mais cela n'est pas toûjours vray, les circonstances des lieux faisant arriver souvent le contraire.

On dit que le vent du Nord qui commence de nuit, n'est pas de durée, parce que la cause ordinaire de ce vent, sont les neiges fonduës par les rayons du Soleil : ainsi commençant de nuit, ce sera quelque cause accidentelle, qui ne sera pas de durée. Il n'en est pas de mesme du vent de Midy, parce qu'il ne tire pas son origine des neiges fonduës, mais des exhalaisons rarefiées. Nous pouvons aussi dire que le vent du Nord ne venant pas de loin, il commence de jour, si nous le voyons commencer de jour : mais le vent du Sud que nous voyons se lever de nuit, a commencé le jour auparavant. Ainsi la mesme raison peut servir & pour l'un, & pour l'autre.

PROPOSITION XXIII.

Des Tempestes.

ARistote raisonne des vents impetueux, qui forment les tempestes, comme du foudre, & croit qu'ils ont des causes fort semblables. Il en distingue quatre differentes especes ; Ecnephias, Exhydrias, le Typhon, & le Prester, qui commencent tout d'un coup avec une violence surprenante. Il faut neantmoins remarquer que toute sorte de vent violent, & extraordinairement fort, s'appelle tempeste, quoy qu'il n'ait rien que de commun tant dans son origine, que dans son progrez, parce que ses effets sont semblables, pouvant aussi bien renverser, ou briser un Navire, que les autres.

L'Ecnephias se peut ainsi produire. Une exhalaison chaude estant environnée par une vapeur froide, se r'amasse, & se referre ; & s'échauffant tout d'un coup, se rarefie & s'étend, poussant la vapeur qui la contraint du costé qui fait moins de resistance. Si cette exhalaison est composée de soulfre & de nitre, elle s'enflamme, & fait des tonnerres & des foudres ; mais si elle est composée d'une matiere, qui puisse seulement s'échauffer, elle forme un vent tres-violent & tres-dangereux. Elle s'enflamme ordinairement : mais le jour empêche qu'on n'en distingue la lumiere.

Ces sortes de tempestes se forment assez souvent dans cette partie de la Mer Oceane, qui est entre l'Afrique & le Brasil, particulierement vers le cap de Bonne-esperance. Comme aussi vers la terre de Natal, vers la Guinée, à l'embouchûre de la Mer Rouge, aux costes du Royaume de Loüango, principale-

ment aux mois de Janvier, Février, Mars & Avril. Le pronostique de ce vent est une petite nuë, qu'on appelle œil de bœuf, laquelle s'étend peu à peu ; & d'où le vent sort avec tant d'impetuosité, qu'il peut renverser un Navire, si les voiles ne sont pliées. Il n'y a que le premier coup qui soit à craindre : il est pour l'ordinaire le commencement d'un vent qui dure long-temps. Parlant en general, quand il se fait un changement d'un vent en un autre, les exhalaisons qui se trouvent entre-deux, font toûjours quelque effort : comme aussi aux changemens des saisons. Assez proche du cap de bonne esperance, on voit une montagne, qui a une petite table au dessus : & dés que les nuées mettent la nappe, & couvrent cette table, on est asseuré d'un vent extraordinaire.

Le vent nommé Exhydrias, est different de la premiere espece, en ce qu'il pousse avec soy de la pluye ; ce qui arrive, quand les vapeurs qui renferment l'exhalaison, sont presque changées en eau ; de sorte qu'on le peut appeller un foudre d'eau. Cette eau est quelquefois si abondante, qu'elle peut renverser un Vaisseau. C'est ce qui a fait croire à quelques-uns, que l'eau de la mer estoit élevée en l'air par une sorte de nuée qu'ils appellent Syphon, de mesme façon que la vis d'Archimede, ou bien un veritable Syphon la fait monter. Mais ces opinions ne sont pas probables : c'est donc l'eau qui tomberoit en pluye, laquelle est poussée tout d'un coup par une exhalaison qui s'enflamme. J'ay vû quelquefois des nuées qui s'étendoient de haut en bas jusques à la surface de la mer. Les Matiniers les appellent Syphons, croyant qu'elles attirent l'eau de la mer, ainsi que nous faisons par un chalumeau : ils appréhendent mesme que cette eau ne leur retombe dessus, & se servent assez souvent de sortileges, pour détourner cet orage. Mais comme je remarque qu'aucun Autheur digne de foy n'en a parlé, je les puis tenir pour fabuleux.

Le Typhon se prend pour deux sortes de vents. Le premier est un vent impetueux, qui a un mouvement circulaire : ce qui se peut faire en deux façons ; ou parce qu'il rencontre un autre vent, qui le prenant de biais, le fait tourner, & luy donne ce mouvement ; ou bien parce qu'il rencontre quelque cap, ou quelque montagne qui le réfléchit, & le fait mouvoir en tourbillon, ainsi que nous voyons arriver assez souvent à la rencontre de deux murailles.

Quelques-uns rapportent l'Ouragan à cette sorte de tempeste, quoy qu'il en soit bien different. Ces Ouragans sont fort frequens vers la Chine & le Japon : comme aussi dans le Golfe du Mexique, & les Isles Antilles. Ce vent commence ordinairement à l'Oüest ; & dans dix-huit ou vingt heures, il parcourt tous les rumbs de vent, élevant des flots prodigieux : & comme il change de place, & souffle tantost d'un endroit, tantost d'un autre, les flots estant contraires les uns aux autres, se brisent avec beaucoup de furie contre les Vaisseaux, & leur font faire naufrage. Ces Ouragans ne sont qu'un combat de vents, qui arrive ordinairement au changement des saisons. Le plus asseuré remede est, de ne se pas trouver en mer en ce temps là : aussi avons-nous vû que Ruyter ayant fait descente à la Martinique en l'année 1674, aprés avoir esté repoussé avec une perte considerable, comme il ne put s'emparer d'aucun Port, il fut obligé de s'en retourner, de peur de se trouver en ces mers pendant l'Autonne, que les Ouragans y sont dangereux.

Le Presser est different du foudre, parce qu'il est accompagné d'un grand vent, & d'une exhalaison enflammée beaucoup plus grande que celle du foudre ; de sorte que les Villes entieres en ont esté embrasées. Ce meteore arrive tres-rarement, ainsi je n'en diray rien davantage.

PROPOSITION XXIV.

Des Vents reglez par les saisons.

Dans cette partie de la Mer Occane, qui est entre l'Afrique & l'Amerique dans la Zone torride, le vent du Nord souffle au mois d'Octobre, Novembre, & Janvier.

Les vents du Sud tirent vers le mois de Juillet, au cap verd: & pour lors c'est l'Hyver de ce pays-là.

Le Nord est tire au mois de Septembre, au cap de Bonne-esperance.

Dans l'Inde Orientale vers Patana, les pluyes sont au mois de Novembre, Decembre & Janvier, & font l'Hyver: le vent est Nord-est.

Prés de Sumatra, les changemens ou motions se font aux mois de Novembre, & Decembre.

Dans l'isle de Mayo aux Asores, le vent du Sud commence avec les pluyes à la fin du mois d'Aoust.

Les vents du Nord, Nord-oüest & Oüest, tirent depuis la Mi-mars jusqu'en Septembre; & le Sud, Sud-est & Est, depuis Septembre jusqu'en Mars, au Royaume de Congo.

Dans la mer, qui est entre l'Afrique & l'Inde Orientale, & mesme jusqu'aux Moluques, la motion qui va de l'Est à l'Oüest, commence au mois de Janvier, & dure prés de six mois, c'est à dire jusqu'au mois de Juin. Le changement se fait en Juin & Juillet, & pour lors les tempestes sont à craindre.

Pour aller du Malabar en Perse, en Arabie & en Afrique, il faut naviger aux mois de Janvier, Février & Mars, pour éviter les tempestes.

Le Nord-oüest tire au mois de Mars vers Cochin, qui est fort bon pour aller à Malaca.

Les vents du Nord sont presque continuels au Royaume de Guzarata, depuis Mars jusqu'en Septembre; & les vents du Sud, depuis Septembre jusqu'en Mars.

Les vents d'Oüest cessent à la fin de Mars vers l'Isle Banda. Les vents sont changeans avec de grandes bonaces au mois d'Avril. Les vents d'Est commencent au mois de May.

Le quatorziéme de Mars, l'Oüest Sud oüest commence vers l'isle de Ceilan: il se change en Sud-oüest à la fin du mesme mois, & dure jusqu'en Octobre, pour faire place au Nord-est, qui dure jusqu'au mois de Mars.

Le Sud-est regne aux mois de May & de Juin, depuis la Mozambique jusqu'à la ligne: & depuis la ligne jusqu'à Goa, le Sud & Sud-oüest.

Le vent de Sud-est tire ordinairement depuis le 20. Avril jusqu'au 5. de May, en haute mer vers le second degré de latitude boreale, proche de la Guinée.

Depuis le 15. Avril jusqu'à la fin de May, le vent du Nord ou Nord-oüest tire vers l'isle du Madagascar: & le Sud & Sud-oüest, aux mois de Février & de Mars.

Entre l'isle de Madagascar, & le cap de Bonne-esperance, le vent de Nord & de Nord-est sont ordinaires aux mois de Mars & d'Avril.

Dans la mer de Bengala, le vent de Sud est fort violent depuis le 20. d'Avril; mais auparavant, c'est le Nord-oüest & le Sud-oüest qui tirent.

Pour aller de Malaca à Macao, les vents du Sud, Sud-oüest & Sud-est, y tirent

aux mois de Septembre, Octobre, Novembre & Decembre : & le vent d'Oüest aux mois de Juin & de Juillet, proche de Malaca & de la Chine.

Au commencement de May, le vent d'Oüest regne vers l'isle de Java, qui sert pour aller à la Chine.

Aux mois de Juin & de Juillet, le vent d'Oüest rend la navigation de la Chine au Japon, fort facile.

On peut aussi facilement naviger depuis le Japon jusqu'à Macao, aux mois de Février & de Mars ; les vents ordinaires estant Est & Nord-est, principalement proche les costes de la Chine.

On navige depuis la Chine & les Philipines, pour aller aux Indes Occidentales, c'est à dire à la nouvelle Espagne, par le vent d'Oüest ou de Sud-oüest, qui tire principalement aux mois de Juin, Juillet & Aoust. Ces vents sont foibles, si ce n'est vers la pleine Lune. Il faut éviter la Zone torride, pour ne pas rencontrer le vent d'Est.

Les Etesies ou vents anniversaires tirent toûjours dans l'Archipel, la Thrace, la Macedoine, la Morée. Le vent du Nord tire ordinairement aprés le Solstice, c'est à dire depuis le 10. de Juin jusqu'à la fin d'Aoust : ils cessent la nuit, & ne se levent que fort tard, aussi les appelle-t-on paresseux. On les attribuë ordinairement aux neiges qui fondent vers le Nord. L'Hyver, les vents du Sud y tirent presque toûjours. Ces mesmes vents ne regnent pas en Italie, en France & en Espagne, parce que l'Appennin, les Alpes & les Pyrenées en fournissent d'autres : comme dans toute la Provence, le Vent Ponentesque tire presque toûjours l'Esté.

Pendant l'Esté à Smirne, un vent d'Oüest qu'ils appellent *Embatés*, se leve sur les huit heures du matin.

Entre le Japon & Liampo, le vent d'Oüest est presque ordinaire. Sur les costes de la nouvelle Espagne vers la mer Pacifique, les vents de la terre tirent la nuit ; & le jour, ceux de la mer : comme aussi au Royaume de Congo.

On peut s'informer des vents ordinaires des lieux où l'on veut naviger, consultant les journaux : & cette connoissance peut beaucoup ayder un Pilote.

PROPOSITION XXV.

Temps propres pour diverses Navigations.

ON part du Portugal depuis le quatriéme jusqu'au douziéme d'Avril, pour aller à Goa, & y arriver au mois de Septembre. Les Hollandois partent au commencement de May.

Pour revenir de Jocatra en Hollande, on part vers Noël.

Ceux de Dieppe partent au commencement de Janvier, pour aller à la Mer Rouge.

Pour aller en Groenlande à la pesche des Baleines, on part au mois de Mars, & on retourne en Octobre.

Pour aller au cap du Nord en Amerique, il faut partir à la fin de Mars, & revenir à la fin d'Aoust.

Pour aller d'Ormus à Goa, il faut partir vers le quinziéme d'Avril, ou le vingt-cinq de Decembre.

Pour aller de Goa à Malaca, on part aprés le 15. de Septembre, pour arriver à Malaca sur la fin d'Octobre.

On part de Malaca pour Goa vers le 10. de Février : celuy qui partiroit au mois de May, n'y arriveroit pas.

On part sur la fin d'Avril, pour aller de Goa à Cochin. Il faut toucher à Malaca, pour attendre les vents. On employe prés de trois ans pour y aller, & pour retourner.

Pour aller de Cochin en Portugal, on part en Janvier & Février.

Au mois d'Avril, pour aller de Seville aux Indes Occidentales.

On se met en mer vers l'equinoxe de Mars, pour aller en Canada.

On retourne au mois de Septembre.

Les Hollandois se mettent à la voile au mois de May, pour aller à Spisborch.

Pour aller aux isles du Cap verd, on costoye l'Afrique. On peut se mettre en rade quand on veut, la plûpart des caps estant asseurez.

L'Hyver commence à la fin d'Avril aux Indes Orientales, en sorte que les pluyes portent du sable à l'embouchure des fleuves, & ce depuis Cambaya jusqu'au Commorin.

Pour aller de l'Europe au Mexique, & aux Isles Antilles, il faut costoyer l'Afrique jusqu'au tropique de l'Ecrevice, où l'on rencontre le vent d'Est. Pour le retour, il faut costoyer l'Amerique jusqu'au trente ou quarantiéme degré de latitude boreale, pour rencontrer les vents d Ouest.

Quand on veut aller aux Philippines depuis la nouvelle Espagne, il faut descendre jusqu'au dixiéme degré de latitude australe, pour rencontrer le vent d'Est.

PROPOSITION XXVI.

Les signes du changement de Temps.

QUand le Ciel est serain & rouge, il signifie du vent.

Quand le Ciel est serain le soir du costé de l'Est, sans chaleur, il signifie beau temps pour le lendemain.

Si on voit le matin avant le lever du Soleil, des nuées peu épaisses, c'est un signe de vent. Que si les nuées sont plus épaisses, elles signifient de la pluye.

Si le Soleil à son lever, ou à son coucher paroist fort clair, il signifie du beau temps pour tout le jour, ou toute la nuit. S'il est rouge, il promet du vent ; s'il est pasle, il menace de tempeste.

Si les nuées vont à l'Occident au lever du Soleil, le temps sera serain.

Si on voit les rayons du Soleil avant son lever, c'est un signe de pluye, & de quelque mouvement dans la mer.

Si les rayons du Soleil ne sont pas clairs, & que les nuées ne l'environnent pas, c'est un signe de pluye.

Si le Soleil paroist avec deux rondeurs, c'est un signe de tempeste.

Si on ne voit que la moitié du Soleil à son lever, c'est un signe de vent d'Est.

Si on voit vers l'Occident des nuées rougeâtres, c'est un signe de serenité pour le jour suivant. Si elles sont comme verdâtres ou enflammées, elles signifient de la pluye.

Quand les flots de la mer s'applanissent, & forment des traînées de sable, ou que la mer paroist noire, on doit attendre de la pluye.

Quand on entend du bruit dans le Port, c'est signe de vent.

Quand les pierres sont humides, c'est signe de pluye devant trois jours.

Quand les canards, oysons, & autres oyseaux se joüent sur l'eau, c'est un signe de pluye: de mesme, quand les poules se veautrent sur la terre. Si les poules s'assemblent & se retirent, c'est un signe de pluye qui ne durera guere.

Quand les fourmies portent leurs œufs dans un lieu plus élevé, & quand les puces piquent fort, c'est un signe de pluye. Comme aussi, quand les taupes poussent plus que de coûtume: quand les grenoüilles crient: quand les oyseaux s'appellent extraordinairement l'un l'autre: quand les asnes remuënt la teste & les oreilles: quand les mains sont plus âpres qu'à l'ordinaire.

Quand le bœuf mord le pied de devant, ou que les chiens se veautrent, c'est un signe de tempeste.

PROPOSITION DERNIERE.

Diverses façons de prendre la hauteur du Pole en tout temps.

QVoy que j'aye donné plusieurs methodes pour observer la hauteur du Pole, à quelque heure que ce soit; neantmoins ayant appris depuis peu, que la façon ordinaire estoit assez souvent inutile dans la Zone torride, le Ciel se couvrant vers le midy, & la plûpart des pratiques que j'ay proposées fondées sur la Trigonometrie, estant trop difficiles pour plusieurs Pilotes: j'ay crû qu'il seroit tres-à propos d'en donner de plus faciles, quoy que moins precises que les premieres. Car s'il est vray qu'on n'ait pû prendre hauteur à midy, pendant des voyages entiers, ou pour le moins durant plusieurs semaines, il auroit esté avantageux dans ces rencontres d'avoir quelque pratique, pour observer la latitude hors de midy, quoy qu'elle ne fust pas si precise, & qu'elle fist erreur de plusieurs minutes, & mesme d'un degré entier.

Quelques-uns se sont servis pour cela d'un hemisphere nautique: c'est ainsi qu'ils ont appellé cet instrument, à raison de l'avantage que l'Art de naviger en peut tirer. Il est composé d'un cercle horisontal, d'un demi-meridien, & d'un demi équateur, qui peut changer de situation, selon les diverses latitudes. Vn petit arc de cercle qui porte les declinaisons du Soleil, peut courir ou glisser le long de l'équateur.

L'usage de l'hemisphere nautique est facile; car le tenant suspendu & dressé, selon la ligne du Nord & du Sud, par le moyen d'une bousole, on éleve l'équateur, jusqu'à ce que le rayon du Soleil, reçû par un petit trou de l'arc de cercle, tombe precisément sur la declinaison du Soleil, propre du jour; alors l'équateur est élevé comme il faut, & nous donne la latitude. Mais cet instrument est trop composé, & d'une dépense trop considerable pour des Pilotes.

Vn honneste homme de Dieppe, nommé Monsieur B'auf, qui est le mesme qui donne les desseins des quadrans azimutaux, polaires, equinoctiaux, & des autres qu'on y travaille, me fit voir, il y a quelques mois, un demi-globe concave de son invention, & moins embaraſſé que l'hemisphere nautique, & qui ne laisse pas de donner les mesmes avantages. Il avoit tracé dans le creux de ce demi globe, ou partie

de globe, l'equinoctial avec les vingt-trois cercles de la declinaison du Soleil, tant du Nord que du Sud, & logé cette portion de globe dans un cercle horisontal; de sorte qu'elle pouvoit gliſſer le long d'un demi-meridien, pour prendre toutes les ſituations, & s'ajuſter ſelon les diverſes hauteurs de Pole.

L'uſage en eſt fort facile: car ayant mis à niveau le cercle qui ſert d'horiſon, & diſpoſé le meridien ſelon la ligne de Nord, & Sud de la bouſſole, on éleve cette portion de globe, juſqu'à ce que l'ombre du bout du ſtyle, qui eſt au centre, tombe ſur la declinaiſon du Soleil pour ce jour; le degré auquel l'inſtrument ſera élevé, donne l'élevation du pole. Cet inſtrument eſt tres-naturel, mais il eſt un peu trop difficile à faire; de plus, s'il eſt trop petit, il ne donnera pas tous les degrez de la declinaiſon. S'il eſt bien grand, il ſera embaraſſant, & facile à eſtre gâté; enfin, il nous aſſujetit à tenir le cercle horiſontal à niveau; ce qui n'eſt pas ſi facile. On pourroit ſe ſervir de la meſme façon, d'un demi-cylindre creux.

Voyons ſi nous pourrons inventer quelque choſe de plus facile. Il nous ſera, ſans doute, plus aiſé de nous ſervir d'un plan, que de recourir à des ſurfaces courbes. Décrivons donc les cercles celeſtes ſur un plan, & choiſiſſons un de ceux qui peuvent s'ajuſter à toutes les hauteurs, puiſque nous nous en voulons ſervir par tout. L'equinoctial ſeroit aſſez propre, mais le Soleil l'éclaire trop de biais, particulierement vers les equinoxes; de ſorte qu'il ſeroit tres-difficile d'y marquer tous les cercles de la declinaiſon du Soleil, s'il n'eſtoit extremement grand.

Vn de nos Peres, venu depuis peu de la Cayenne, s'eſt ſervy fort utilement d'un horloge polaire, pour obſerver la latitude. Voicy à peu prés ſa methode.

Ayez deux ais d'un pied & demy, ou de deux pieds de long chacun, & d'une largeur proportionnée: joignez les à angles droits par leurs bouts, en façon d'équerre. Décrivez ſur un ais la moitié d'un horloge polaire, ou depuis midy juſqu'à quatre heures du ſoir, faiſant ſervir l'autre ais pour ſtyle, en y ajoûtant une petite lame percée. Tracez ſur le premier la ligne equinoctiale, & les cercles paralleles, ou de declinaiſon, de degré en degré, vingt-trois de coſté & d'autre. Décrivez auſſi ſur le ſecond un grand quart de cercle, diviſé en degrez; & s'il ſe peut en minutes; qui porte une regle un peu peſante dans ſon centre, au lieu du filet & du plombeau qu'on a coûtume d'y mettre. Je ne donne pas la façon de décrire cet horloge polaire, eſtant une pratique de Gnomonique fort commune.

L'uſage en ſera facile. Tenez cet inſtrument directement oppoſé à la ligne de Nord & Sud, que la bouſſole corrigée vous donne: tenez auſſi ſon bord d'en haut, parallele à l'horiſon, vous reglant par le niveau de la mer; panchez-le auſſi du coſté du midy, juſqu'à ce que le rayon du Soleil, qui paſſe par le trou de la lame, tombe ſur la declinaiſon du Soleil, que la table vous donne pour ce jour; pour lors, la regle marquera dans le quart de cercle, la latitude du lieu où vous eſtes. La meſme partie de cet horloge, ſert devant & aprés midy, pourveu qu'on la renverſe. Ce Pere m'aſſeure qu'il prenoit la hauteur aſſez juſte. D'où je tire cette conſequence, que les façons d'obſerver la hauteur des étoiles par une regle ſuſpenduë, ſe peuvent tres-bien pratiquer en mer, & qu'elles ſeront toûjours plus juſtes que toutes celles qui ont beſoin de voir l'horiſon.

Mais paſſons encore plus avant, & cherchons quelque choſe de plus ſimple. Ayez un ais de deux pieds de long, & large à proportion, dans lequel vous planterez un ſtyle, d'un pied & demy de long, & meſme davantage. Le bout du ſtyle peut eſtre une plaque percée d'un petit trou. Tirez par le pied du ſtyle, du haut-en-bas de cet ais, une ligne equinoxiale, ajoûtant d'un coſté & d'autre, les cercles de la declinaiſon

naiſon du Soleil, de degré en degré ; & les heures depuis cinq heures du matin, juſqu'à dix heures. Décrivez un quart de cercle ſur le meſme plan, avec une regle peſante qui tourne ſur ſon centre. Cette horloge pourra ſervir, eſtant tournée à l'Eſt depuis cinq heures du matin juſqu'à dix ; & la tournant du coſté de l'Oüeſt, elle ſervira depuis deux heures juſqu'à ſept.

Vous vous en ſervirez ainſi : tenez voſtre ais ſur la ligne du Nord, & Sud de la bouſſole corrigée, l'élevant du coſté du Pole, juſqu'à ce que le rayon du Soleil, qui paſſe par le trou du ſtile, tombe ſur le degré de la declinaiſon du Soleil ; & la regle mobile montrera dans le quart de cercle, la latitude que vous cherchez.

Toutes ces pratiques eſtant fondées ſur la ligne de midy, que la bouſſole ne donne pas preciſément, ne ſeront jamais ſi exactes que la commune : auſſi ne doit-on pas s'y fier tout-à-fait, ny s'en ſervir qu'en cas de neceſſité.

Je finis ce traité par une pratique plus ſeure, qui nous donne en meſme temps la variation de la bouſſole, & la hauteur du pole, elle eſt fondée ſur une façon d'Aſtrolabe fort facile.

Décrivez un grand demi-cercle d'un ou deux pieds de demi-diametre. Vous le pouvez décrire ſur un grand carton, ou meſme ſur un papier. Tirez le diametre de ce demi-cercle ; & en ayant diviſé la circonference en degrez, tirez par chacun des lignes paralleles au diametre, leſquelles repreſenteront les cercles almicantaraths, ou paralleles à l'horiſon, qui marquent la hauteur des Aſtres. Tirez auſſi de chaque degré des lignes blanches perpendiculaires au diametre, pour le diviſer en degrez ; & enfin décrivez par chaque diviſion, ou pour le moins de cinq en cinq des quarts d'ovales, pour repreſenter les azimuts, ou cercles verticaux.

Faites deux obſervations de la hauteur du Soleil, ou de quelque autre Aſtre que ce ſoit, duquel vous ſçachiez la declinaiſon ; que ces deux obſervations ſoient toutes deux avant midy, ou toutes deux aprés, & que le temps de l'une à l'autre ſoit pour le moins d'une heure ou deux. Obſervez en chacune la hauteur de l'Aſtre, & l'azimut ou degré de la bouſſole auquel il répond, remarquant principalement la diſtance d'un azimut à l'autre. Comptez dans voſtre demi-cercle, la premiere hauteur de l'Aſtre ; par exemple, ſuppoſez qu'il eſtoit élevé de quinze degrez, la cinquiéme ligne parallele eſt celle dans laquelle il ſe trouvoit. Suppoſons que pour lors vous aurez trouvé qu'il répondoit au quatre-vingtiéme azimut, à compter depuis le meridien ; comptez auſſi dans vos quarts d'ovale, & prenez le quatre-vingtiéme. Le poinct où ce quart d'ovale coupe la quinziéme ligne, eſt celuy où l'Aſtre ſe trouvoit au temps de la premiere obſervation. Faites-en de même pour la ſeconde ; c'eſt à dire, cherchez dans voſtre demi-cercle, le lieu ou l'Aſtre ſe trouvoit, quand vous l'avez obſervé la ſeconde fois ; l'interſection du cercle de la hauteur, & de l'azimut vous le donne. Appliquez enſuite une regle à ces deux points, & prenez garde ſi elle eſt bien eloignée du centre du demi-cercle, elle en doit eſtre autant éloignée, que le Soleil decline de l'equateur : or pour le determiner, prenez entre les pointes du compas, l'intervalle qu'il y a entre le degré de la declinaiſon, & le diametre du cercle. Par exemple, ſuppoſons que la declinaiſon du Soleil eſt de quinze degrez ; comptez dans voſtre demi-cercle quinze degrez, à compter depuis ſon diametre. Prenez cet intervalle, non pas deſſus la circonference du cercle, mais perpendiculairement depuis ce quinziéme degré juſqu'au diametre. Il faut que cet intervalle ſe rencontre entre voſtre regle & le centre ; que ſi la diſtance eſt plus grande ou plus petite, avancez ou reculez d'un degré, ou deux, ou trois dans chaque almicantarath, c'eſt à dire autant preci-

ſément dans l'un que dans l'autre ; & ce, juſqu'à ce que cela arrive. Premierement la bouſſole declinera d'autant de degrez, qu'il faudra avancer ou reculer dans ces lignes paralleles à l'horiſon. Secondement la regle eſtant diſpoſée, tirez un autre ligne qui luy ſoit parallele, & qui paſſe par le centre, ce ſera l'équinoctial ; & ſa diſtance depuis le zenit, ou point le plus haut de voſtre demi-cercle, ſera la latitude que vous cherchez. Un peu de pratique vous ſera mieux entendre ma penſée, qu'un plus long diſcours.

Cette methode peut ſervir auſſi bien aux eſtoiles, qu'au Soleil, pourveu que vous en ſçachiez la declinaiſon. Pour moy, je l'eſtime beaucoup, & je la demontre facilement : il faut que la bouſſole ſoit bonne, & fidele.

On pourroit bien ſe ſervir d'un autre façon d'Aſtrolabe, qui auroit les cercles almicantaraths & verticaux marquez par des lignes droites, que je ne veux pas expliquer maintenant. J'ay bien quelques pratiques, pour me ſervir du quarré de reduction, au lieu de cette façon d'aſtrolabe ; mais je ne les oſe pas propoſer, à cauſe que je n'en ay pas encore trouvé la demonſtration : ainſi je ne puis m'y fiçr, ny les donner comme certaines.

TABLE DES AMPLITVDES Ortives

ELEVATION DV POLE.

DEGRE DE DECLINAISON.

Elevat. du Pole.	1 D. M.	2 D. M.	3 D. M.	4 D. M.	5 D. M.	6 D. M.	7 D. M.	8 D. M.	9 D. M.
2	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0
2	2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	2 1	2 1	2 1
3	3 0	3 0	3 0	3 0	3 0	3 1	3 1	3 1	3 1
4	4 0	4 0	4 0	4 1	4 1	4 2	4 2	4 4	4 5
5	5 0	5 0	5 0	5 1	5 1	5 2	5 2	5 5	5 5
6	6 0	6 0	6 0	6 1	6 2	6 3	6 3	6 5	6 5
7	7 0	7 0	7 0	7 1	7 2	7 3	7 3	7 5	7 5
8	8 0	8 0	8 0	8 1	8 2	8 3	8 4	8 5	8 6
9	9 0	9 0	9 0	9 1	9 2	9 3	9 4	9 5	9 6
10	10 0	10 0	10 0	10 1	10 2	10 3	10 4	10 6	10 7
11	11 0	11 0	11 0	11 1	11 2	11 3	11 4	11 6	11 7
12	12 0	12 0	12 0	12 1	12 2	12 4	12 5	12 7	12 9
13	13 0	13 0	13 0	13 1	13 3	13 5	13 5	13 7	13 9
14	14 0	14 0	14 1	14 2	14 3	14 5	14 7	14 9	14 11
15	15 0	15 0	15 1	15 2	15 3	15 5	15 7	15 9	15 11
16	16 0	16 1	16 2	16 3	16 4	16 6	16 9	16 10	16 12
17	17 0	17 1	17 2	17 3	17 4	17 6	17 8	17 10	17 13
18	18 0	18 1	18 2	18 3	18 4	18 6	18 8	18 11	18 14
19	19 0	19 1	19 2	19 3	19 4	19 6	19 9	19 12	19 15
20	20 0	20 1	20 2	20 3	20 4	20 7	20 9	20 12	20 15
21	21 0	21 1	21 2	21 3	21 5	21 7	21 10	21 13	21 16
22	22 0	22 1	22 2	22 4	22 5	22 8	22 10	22 13	22 17
23	23 0	23 1	23 2	23 4	23 6	23 9	23 10	23 15	23 18
24	24 0	24 2	24 3	24 5	24 6	24 9	24 13	24 16	24 20
25	25 0	25 2	25 4	25 5	25 6	25 10	25 14	25 17	25 21
26	26 1	26 2	26 5	26 6	26 7	26 11	26 15	26 18	26 22
27	27 1	27 3	27 5	27 6	27 7	27 11	27 15	27 19	27 19
28	28 1	28 3	28 5	28 6	28 7	28 11	28 16	28 20	28 24
29	29 1	29 3	29 5	29 6	29 7	29 12	29 16	29 20	29 24
30	30 1	30 3	30 5	30 6	30 8	30 12	30 17	30 21	30 25
31	31 1	31 3	31 5	31 7	31 8	31 12	31 17	31 22	31 27
32	32 1	32 3	32 5	32 7	32 8	32 13	32 18	32 23	32 28

TABLE DES AMPLITVDES Ortives.

ELEVATION DV POLE.

DEGRE DE DECLINAISON.

Elev.du Pole.	10 D.	M.	11 D.	M.	12 D.	M.	13 D.	M.	14 D.	M.	15 D.	M.	16 D.	M.	17 D.	M.	18 G.	M.	19 G.	M.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	3	1	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	4	2	4	2	5	2	6
3	3	2	3	4	3	3	3	4	3	4	3	5	3	5	3	7	3	8	3	9
4	4	3	4	6	4	7	4	8	4	9	4	10	4	11	4	13	4	14	4	15
5	5	4	5	6	5	7	5	8	5	10	5	11	5	12	5	14	5	16	5	17
6	6	5	6	7	6	9	6	11	6	13	6	15	6	14	6	17	6	19	6	21
7	7	6	7	7	7	9	7	11	7	13	7	15	7	16	7	18	7	21	7	24
8	8	7	8	8	8	9	8	11	8	13	8	15	8	17	8	20	8	24	8	27
9	9	7	9	8	9	9	9	12	9	14	9	17	9	20	9	23	9	26	9	30
10	10	8	1	10	10	12	10	15	10	18	10	21	10	24	10	27	10	31	10	35
11	11	9	11	11	11	13	11	15	11	17	11	23	11	27	11	27	11	31	11	38
12	12	11	12	13	12	16	12	19	12	22	12	26	12	30	12	34	12	38	12	42
13	13	12	13	15	13	18	13	20	13	26	13	28	13	32	13	36	13	41	13	46
14	14	13	14	16	14	19	14	22	14	26	14	30	14	35	14	40	14	45	14	50
15	15	14	15	17	15	20	15	24	15	28	15	32	15	37	15	42	15	48	15	54
16	16	15	16	18	16	22	16	26	16	30	16	34	16	40	16	45	16	52	16	58
17	17	16	17	20	17	24	17	28	17	32	17	37	17	42	17	48	17	54	18	0
18	18	17	18	21	18	25	18	30	18	35	18	40	18	46	18	52	18	58	19	5
19	19	18	19	22	19	27	19	32	19	37	19	42	19	47	19	55	20	0	20	8
20	20	19	20	23	20	28	20	33	20	38	20	42	20	50	20	57	21	4	21	12
21	21	20	21	24	21	29	21	34	21	40	21	46	21	54	22	2	22	10	22	19
22	22	21	22	26	22	31	22	36	22	42	22	49	22	56	23	3	23	11	23	20
23	23	22	23	26	23	33	23	37	23	44	23	53	23	58	24	6	24	13	24	24
24	24	24	24	30	24	36	24	42	24	48	24	54	25	3	25	11	25	22	25	31
25	25	25	25	31	25	37	25	44	25	50	25	57	26	6	26	14	26	24	26	33
26	26	26	26	32	26	39	26	46	26	53	27	0	27	9	27	18	27	28	27	38
27	27	27	27	33	27	40	27	48	27	55	28	3	28	12	28	23	28	33	28	43
28	28	28	28	35	28	42	28	50	28	57	29	6	29	15	29	26	29	34	29	44
29	29	29	29	37	29	45	29	53	30	0	30	8	30	18	30	29	30	39	30	51
30	30	31	30	39	30	47	30	55	31	3	31	11	31	22	31	37	31	45	31	56
31	31	32	31	40	31	50	31	59	32	7	32	14	32	25	32	37	32	49	33	1
32	32	33	32	41	32	51	33	0	33	8	33	17	33	28	33	41	33	54	34	7

TABLE DES AMPLITVDES Ortives.

ELEVATION DV POLE.

Elev. du Pole.	20 D.	M.	21 D.	M.	22 D.	M.	23 D.	M.	24 D.	M.	25 D.	M.	26 D.	M.	27 D.	M.	28 D.	M.	29 D.	M.
1	1	4	1	4	1	5	1	5	1	6	1	6	1	7	1	7	1	8	1	8
2	2	7	2	7	2	8	2	9	2	10	2	11	2	12	2	13	2	15	2	16
3	3	10	3	11	3	13	3	14	3	15	3	17	3	19	3	21	3	22	3	24
4	4	17	4	19	4	21	4	23	4	25	4	27	4	29	4	31	4	34	4	36
5	5	19	5	21	5	23	5	26	5	28	5	31	5	33	5	36	5	39	5	43
6	6	24	6	26	6	29	6	32	6	35	6	38	6	41	6	45	6	48	6	52
7	7	26	7	29	7	32	7	36	7	40	7	44	7	48	7	52	7	56	8	0
8	8	31	8	34	8	38	8	42	8	46	8	50	8	55	9	0	9	5	9	10
9	9	35	9	39	9	43	9	47	9	51	9	56	10	1	10	6	10	12	10	18
10	10	38	10	43	10	48	10	53	10	58	11	3	11	9	11	15	11	21	11	27
11	11	39	11	43	11	48	11	53	12	0	12	8	12	16	12	23	12	30	12	37
12	12	47	12	52	12	57	13	3	13	9	13	16	13	23	13	30	13	37	13	44
13	13	51	13	57	14	3	14	9	14	15	14	22	14	29	14	33	14	45	14	53
14	14	55	15	1	14	8	15	15	15	22	15	29	15	37	15	46	15	55	16	4
15	16	0	16	7	16	14	16	21	16	28	16	35	16	44	16	53	17	3	17	13
16	17	3	17	10	17	17	17	25	17	33	17	42	17	51	18	0	18	10	18	21
17	18	7	18	15	18	21	18	31	18	40	18	49	18	59	19	10	19	21	19	32
18	19	12	19	20	19	29	19	38	19	47	19	56	20	7	20	18	20	29	20	41
19	20	16	20	24	20	33	20	43	20	53	21	3	21	14	21	26	21	38	21	51
20	21	21	21	30	21	39	21	49	21	59	22	10	22	22	22	34	22	47	23	1
21	22	28	22	37	22	46	22	56	23	6	23	17	23	28	23	41	23	55	24	10
22	23	30	23	40	23	50	24	1	24	13	24	25	24	38	24	52	25	7	25	22
23	24	34	24	46	24	56	25	8	25	21	25	35	25	49	26	3	26	18	26	33
24	25	38	25	50	26	1	26	13	26	27	26	40	26	56	27	12	27	28	27	44
25	26	43	26	55	27	7	27	19	27	34	27	27	28	4	28	21	28	39	28	57
26	27	48	28	0	28	14	28	26	28	43	28	55	29	15	29	33	29	50	30	7
27	28	53	29	6	29	20	29	32	29	50	30	4	30	22	30	41	31	0	31	18
28	29	58	30	12	30	27	30	40	30	57	31	12	31	31	31	50	32	9	32	29
29	31	3	31	18	31	34	31	48	32	4	32	20	32	40	33	1	33	21	33	42
30	32	8	32	24	32	40	32	56	33	12	33	29	33	49	34	10	34	32	34	44
31	33	14	33	30	33	46	34	3	34	20	34	38	35	0	35	22	35	45	36	7
32	34	20	34	36	34	52	35	11	35	28	35	40	36	4	36	28	36	53	37	18

DEGRE' DE DECLINAISON.

TABLE DES AMPLITVDES Ortives.

ELEVATION DV POLE.

DEGRE DE DECLINAISON.

Elevat. du Pole.	30 D.	M.	31 D.	M.	32 D.	M.	33 D.	M.	34 D.	M.	35 D.	M.	36 D.	M.	37 D.	M.	38 D.	M.	39 D.	M.
1	1	9	1	10	1	11	1	12	1	12	1	13	1	14	1	15	1	16	1	17
2	2	17	2	19	2	21	2	23	2	25	2	26	2	28	2	30	2	32	2	34
3	3	26	3	29	3	31	3	34	3	37	3	40	3	43	3	45	3	48	3	51
4	4	39	4	41	4	44	4	48	4	52	4	55	4	57	5	0	5	4	5	8
5	5	46	5	50	5	54	5	58	6	2	6	6	6	11	6	16	6	21	6	26
6	6	57	7	1	7	6	7	11	7	15	7	20	7	25	7	31	7	37	7	44
7	8	5	8	10	8	15	8	20	8	25	8	32	8	40	8	47	8	54	9	1
8	9	15	9	21	9	27	9	33	9	40	9	47	9	54	10	2	10	10	10	19
9	10	24	10	31	10	38	10	45	10	53	11	1	11	9	11	18	11	27	11	37
10	11	34	11	42	11	50	11	58	12	6	12	17	12	24	12	33	12	43	12	54
11	12	44	12	51	12	59	13	8	13	17	13	27	13	38	13	49	14	1	14	13
12	13	55	14	2	14	12	14	22	14	32	14	42	14	53	15	5	15	81	15	31
13	15	2	15	11	15	22	15	33	15	44	15	56	16	4	16	22	16	35	16	49
14	16	13	16	24	16	35	16	46	16	58	17	11	17	24	17	38	17	53	18	8
15	17	23	17	34	17	46	17	59	18	11	18	25	18	40	18	55	19	10	19	27
16	18	33	18	45	18	58	19	11	19	25	19	40	19	55	20	11	20	28	20	40
17	19	44	19	57	20	10	20	24	20	39	20	55	21	11	21	28	21	46	22	0
18	20	54	21	8	21	22	21	37	21	53	22	10	22	27	22	48	22	5	23	26
19	22	5	22	19	22	34	22	50	23	7	23	25	23	44	24	3	24	24	24	46
20	23	16	23	31	23	47	24	4	24	22	24	41	25	0	25	21	25	43	26	6
21	24	25	24	41	25	1	25	19	25	37	25	57	26	18	26	39	27	3	27	27
22	25	38	25	55	26	13	26	32	26	52	27	13	27	35	27	58	28	23	28	49
23	26	49	27	7	27	26	27	46	28	7	28	29	28	53	29	17	29	43	30	11
24	28	1	28	20	28	39	29	1	29	23	29	46	30	11	30	37	31	6	31	35
25	29	13	29	32	29	54	30	16	30	39	31	4	31	30	31	57	32	27	32	58
26	30	25	30	46	31	8	31	31	31	55	32	21	32	48	33	17	33	48	34	21
27	31	37	31	58	32	22	32	47	33	12	33	39	34	8	34	17	34	57	35	38
28	32	50	33	13	33	37	34	3	34	30	34	58	35	28	36	0	36	53	37	6
29	34	3	34	27	34	52	35	19	35	47	36	18	36	49	37	23	38	1	38	38
30	35	16	35	41	36	8	36	36	37	5	37	38	38	10	38	46	39	26	40	5
31	36	30	36	56	37	24	37	53	38	24	38	57	39	32	40	9	40	53	41	37
32	37	43	38	11	38	40	39	12	39	44	40	19	40	55	41	34	42	18	43	3

TABLE DES AMPLITVDES Ortives.

ELEVATION DV POLE.

Elev.du Pole.	40 D.M.	41 D.M.	42 D.M.	43 D.M.	44 D.M.	45 D.M.	46 D. M.	47 D. M.	48 G.M.	49 G M
1	1 18	1 19	1 20	1 21	1 23	1 25	1 26	1 27	1 29	1 31
2	2 37	2 39	2 42	2 44	2 47	2 50	2 53	2 56	2 59	3 3
3	3 55	3 58	4 2	4 6	4 10	4 15	4 19	4 24	4 29	4 34
4	5 13	5 17	5 22	5 28	5 34	5 40	5 46	5 52	5 59	6 6
5	6 32	6 38	6 44	6 51	6 58	7 5	7 12	7 20	7 29	7 38
6	7 51	7 58	8 6	8 13	8 21	8 30	8 39	8 49	8 59	9 9
7	9 9	9 17	9 26	9 35	9 45	9 55	10 6	10 18	10 30	10 43
8	10 28	10 37	10 47	10 58	10 9	11 21	11 33	11 46	12 0	12 15
9	11 47	11 57	12 9	12 21	12 33	12 47	13 1	13 16	13 31	13 47
10	12 6	12 18	13 31	12 44	12 58	12 13	14 28	14 44	15 2	15 21
11	14 26	14 39	14 52	15 7	15 22	15 39	15 57	16 15	16 34	16 54
12	15 45	16 0	16 15	16 31	16 48	17 6	16 23	17 45	18 6	18 28
13	17 5	17 20	17 37	17 55	18 14	18 33	17 22	19 35	19 49	17 5
14	18 25	18 42	19 0	19 19	19 39	19 0	20 23	20 46	21 12	21 28
15	19 45	19 3	19 23	19 44	19 5	19 82	21 53	22 19	22 45	23 14
16	21 5	21 25	21 46	22 8	22 32	22 56	23 23	23 50	24 20	24 51
17	22 20	22 47	23 10	23 34	23 59	24 25	24 53	25 22	25 54	26 27
18	23 48	24 10	24 34	25 0	25 26	25 54	26 25	26 50	27 30	28 6
19	25 9	25 33	25 59	26 26	26 54	27 24	27 57	28 30	29 6	29 45
20	26 31	26 57	27 24	27 53	28 23	28 56	30 8	30 44	31 25	32 9
21	27 53	28 20	28 49	29 20	29 54	30 27	31 3	31 41	32 23	33 6
22	29 17	29 45	30 16	30 49	31 24	31 59	32 38	33 19	34 5	34 49
23	30 40	31 10	31 43	32 17	32 54	33 32	34 13	34 57	35 44	36 33
24	32 4	32 40	33 16	33 53	34 30	35 7	35 56	36 45	37 35	38 25
25	33 29	34 6	34 43	35 23	36 3	36 42	37 34	38 27	39 20	40 13
26	34 54	35 35	36 16	36 57	37 38	38 19	39 13	40 7	41 2	41 57
27	36 20	37 3	37 46	38 30	39 13	39 57	40 52	41 57	42 57	43 57
28	37 48	38 35	39 20	40 6	40 50	41 36	42 39	43 43	44 47	45 51
29	39 16	40 4	40 52	41 40	42 28	43 17	44 25	45 33	46 41	47 49
30	40 45	41 36	42 27	43 18	44 9	45 0	46 12	44 24	48 36	49 50
31	42 14	43 8	44 2	44 56	45 51	46 46	48 4	49 21	50 39	51 57
32	43 47	44 44	45 41	46 38	47 35	48 33	49 57	51 21	52 45	54 9

DEGRE' DE DECLINAISON.

TABLE DES AMPLITVDES Ortives.

ELEVATION DV POLE.

Elev.du Pole.	50 D. M.	D. M.	51 D. M.	D. M.	52 D. M.	D. M.	53 D. M.	D. M.	54 D. M.	D. M.	55 D. M.	D. M.	56 D. M.	D. M.	57 D. M.	D. M.	58 D. M.	D. M.	59 D. M.	D. M.	60 D. M.	D. M.
1	1	33	1	35	1	37	1	39	1	42	1	45	1	47	1	50	1	53	1	56	2	0
2	3	7	3	11	3	15	3	19	3	24	3	29	3	35	3	41	3	47	3	53	4	0
3	4	40	4	46	4	52	4	59	5	6	5	14	5	22	5	31	5	40	5	50	6	1
4	6	14	6	22	6	30	6	39	6	49	6	59	7	10	7	22	7	34	7	47	8	1
5	7	48	7	58	8	8	8	20	8	33	8	48	9	4	9	21	9	39	9	58	10	2
6	9	21	9	33	9	46	10	0	10	14	10	30	10	46	11	3	11	22	11	42	12	4
7	10	56	11	10	11	25	11	41	11	58	12	16	12	35	12	56	13	18	13	41	14	6
8	12	31	12	47	13	4	13	22	13	41	14	3	14	24	14	48	15	14	15	40	16	10
9	14	5	14	24	14	44	15	4	15	26	15	50	16	15	16	42	17	10	17	40	18	14
10	15	40	16	1	16	23	16	46	17	11	17	37	18	6	18	36	19	8	19	42	20	19
11	17	19	17	39	18	3	18	29	18	56	19	25	19	56	20	29	21	6	21	46	22	26
12	18	52	19	17	19	41	20	11	20	42	21	15	21	50	22	27	23	6	23	48	24	34
13	17	20	17	37	17	55	18	14	18	33	18	54	19	16	19	38	20	3	20	29	20	54
24	22	6	22	36	23	6	23	42	24	18	24	57	25	38	26	22	27	10	28	0	28	56
15	23	45	24	17	24	52	25	28	26	7	26	45	27	35	28	22	29	14	30	11	31	10
16	25	24	25	58	26	35	27	15	27	58	28	43	29	32	30	24	31	20	32	21	33	27
17	27	3	27	40	28	21	29	4	29	50	30	39	31	32	32	28	33	29	34	36	35	47
18	28	42	29	24	30	8	30	54	31	43	32	38	33	33	34	34	35	40	36	52	38	10
19	30	20	31	9	31	55	32	44	33	38	34	35	35	36	36	42	38	2	39	12	40	37
20	32	55	33	45	34	38	35	35	36	37	36	39	37	43	38	54	40	12	41	56	43	9
21	33	53	34	42	35	36	36	32	37	34	38	40	39	51	41	11	42	33	44	5	45	46
22	35	39	39	12	37	29	38	30	39	26	40	47	42	5	43	27	44	59	46	40	48	31
23	37	26	38	23	39	23	40	29	41	40	42	56	43	45	45	50	47	30	49	20	51	23
24	39	15	40	26	41	37	42	49	44	0	45	10	47	1	48	52	50	43	52	34	54	26
25	41	6	42	22	43	38	44	55	46	10	47	28	49	30	51	32	53	35	55	38	57	42
6	42	52	44	13	45	34	46	56	48	18	49	41	51	55	54	18	56	37	58	56	61	15
27	44	57	46	26	47	54	49	23	50	51	52	20	54	55	57	30	60	5	62	40	65	14
28	46	55	48	37	50	7	51	43	53	19	54	56	57	55	60	54	63	54	66	33	69	53
29	48	58	50	42	52	27	54	12	55	57	57	42	61	20	64	53	68	35	72	13	75	52
30	51	4	52	59	54	54	56	49	58	44	60	39										
31	53	15	55	22	57	30	59	38	61	46	63	54										
32	55	33	57	56	60	19	62	43	65	7	67	31										

DEGRE' DE DECLINAISON.

TABLE DES LATITVDES croiſſantes.

Paralele.	Grandeur de chaque degré.	Paralele.	Grandeur de chaque degré.	Paralele.	Grandeur de chaque degré.
1	10000	26	268855	51	591893
2	20001	27	279981	52	607783
3	30007	28	291204	53	624026
4	40021	29	302530	54	630642
5	50024	30	313964	55	647655
6	60083	31	325511	56	665089
7	70128	32	337177	57	682972
8	80213	33	348969	58	701332
9	90311	34	360893	59	720203
10	100436	35	372955	60	739619
11	110590	36	385162	61	759619
12	120777	37	397522	62	780246
13	131000	38	410043	63	801547
14	141263	39	422733	64	823574
15	151569	40	435621	65	846386
16	161922	41	448675	66	870048
17	172325	42	461925	67	894634
18	182782	43	475372	68	920227
19	193297	44	489045	69	946922
20	203873	45	502947	70	974826
21	214515	46	517089		
22	225226	47	531485		
23	236011	48	546148		
24	246875	49	561092		
25	257821	50	576336		

Table de l'inclination de l'ayman.

Elev. poli Grad	Inclin. Ex Cabæo. Gr.	Mi	Inclin. Ex P. Grād. Gr.	M	Inclin ex Kircher Theoria Gr.	M
0	0	0	0	0	0	0
5	11	0	21	10	10	51
10	20	35	35	0	20	49
15	30	25	44	0	29	55
20	37	35	51	0	38	12
25	44	55	56	0	45	43
30	51	8	60	0	52	31
35	57	20	63	0	58	39
40	62	45	66	0	64	10
45	67	50	69	0	69	6
50	71	40	72	0	73	28
55	76	0	74	30	77	17
60	78	30	77	0	80	34
65	81	36	79	30	83	20
70	84	0	82	0	85	38
75	86	30	84	0	87	23
80	88	5	86	0	88	42
85	89	0	88	0	80	34
90	90		90	0	90	0

TABLE DES MILLES DEST ET OUEST QUI RE'PONDENT aux degrez de longitude dans le quatriéme rumb.

Latitude. D. M.	Milles d'Eſt eſt Oueſt.	Long. D. M.
0	0 0	0 0
10	10	0 10
20	20	0 20
30	30	0 30
40	40	0 40
50	50	0 50
1	60	1 0
10	70	1 10
26	80	1 20
30	90	1 30
40	100	1 40
50	110	1 50
2	120	2 0
10	130	2 10
20	140	2 20
30	150	2 30
40	160	2 40
50	170	2 50
3	180	3 0
10	190	3 10
20	200	3 20
30	210	3 30
40	220	3 40
50	230	3 50
4	240	4 0
10	250	4 10
20	260	4 20
30	270	4 30
40	280	4 40
50	290	4 50
5	300	5 0
10	310	5 10
20	320	5 20
30	330	5 30
40	340	5 40
50	350	5 50

Latitude. D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt.	Long. D. M.
6	360	6 0
10	370	6 10
20	380	6 20
30	390	6 30
40	400	0 40
50	410	6 50
7	420	7 6
10	430	7 11
20	440	7 21
30	450	7 31
40	460	7 21
50	470	7 51
8	480	8 2
10	490	8 12
20	500	8 22
30	510	8 32
40	520	8 42
50	530	8 52
9	540	9 2
10	550	9 12
20	560	9 22
30	570	9 32
40	580	9 42
50	590	9 52
10	600	10 3
10	610	10 13
20	620	10 23
30	630	10 33
40	640	10 44
50	650	10 54
11	660	11 4
10	670	11 14
20	680	11 24
30	690	11 34
40	700	11 44
50	710	11 55

Latitude. D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt.	Long. D. M.
12	720	12 5
10	730	12 15
20	740	12 26
30	750	12 36
40	760	12 46
50	770	12 56
13	780	13 7
10	790	13 17
20	800	13 27
30	810	13 38
40	820	13 48
50	830	13 58
14	840	14 8
10	850	14 18
20	860	14 29
30	870	14 39
40	880	14 49
50	890	15 0
15	900	15 10
10	910	15 21
20	920	15 31
30	930	15 41
40	940	15 51
50	950	16 2
16	960	16 12
10	970	16 23
20	980	16 33
30	990	16 44
40	1000	16 55
50	1010	17 5
17	1020	17 15
10	1030	17 25
20	1040	17 36
30	1050	17 47
40	1060	17 57
50	1070	18 8

TABLE DES MILLES D'EST ET OUELT QUI RE'PONDENT aux degrez de longitude dans le quatriéme rumb.

Latitude. D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt,	Long D.M.	Latitude. D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt.	Long. D. M	Latitude, D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt	Long. D. M.
18	1080	18 18	24 0	1440	24 44	30 0	1800	31 28
10	1090	18 29	10	1450	24 55	10	1810	31 40
20	1100	18 39	20	1460	25 6	20	1820	31 51
30	1110	18 49	30	1470	25 17	30	1830	32 3
40	1120	19 0	40	1480	25 28	40	1840	32 15
50	1130	19 10	50	1490	25 32	50	1850	32 26
19	1140	19 21	25 0	1500	25 50	31 0	1860	32 38
10	1150	19 31	10	1510	26 1	10	1870	32 49
20	1160	19 42	20	1520	26 12	20	1880	33 0
30	1170	19 53	30	1530	26 23	30	1890	33 12
40	1180	20 4	40	1540	26 34	40	1900	33 25
50	1190	20 14	50	1550	26 45	50	1910	33 37
20	1200	20 25	26 0	1560	26 56	32 0	1920	33 48
10	1210	20 35	10	1570	27 7	10	1930	34 0
20	1220	20 46	20	1580	27 8	20	1940	34 12
30	1230	20 57	30	1590	27 29	30	1950	34 24
40	1240	21 7	40	1600	27 40	40	1960	34 36
50	1250	21 18	50	1610	27 51	50	1970	34 48
21	1260	21 28	27 0	1620	28 3	33 0	1980	35 0
10	1270	21 39	10	1630	28 14	10	1990	35 12
20	1280	21 50	20	1640	28 25	20	2000	35 23
30	1290	22 1	30	1650	28 37	30	2010	35 35
40	1300	22 12	40	1660	28 49	40	2020	35 47
50	1310	22 22	50	1670	28 59	50	2030	35 59
22 0	1320	22 23	28 0	1680	29 11	34 0	2040	36 11
10	1330	22 44	10	1690	29 22	10	2050	36 23
20	1340	22 55	20	1705	29 34	20	2060	36 3
30	1350	23 6	30	1710	29 46	30	2070	36 47
40	1360	23 17	40	1720	29 57	40	2080	36 59
50	1370	23 28	50	1730	30 8	50	2090	37 12
23 0	1380	23 39	29 0	1140	30 19	35 0	2100	37 24
10	1390	23 49	10	1750	30 31	10	2110	37 36
20	1400	23 0	20	1760	30 43	20	2120	37 48
30	1410	24 11	30	1770	30 54	30	2130	38 0
40	1420	24 22	40	1780	31 5	40	2140	38 13
50	1430	24 33	50	1790	31 17	50	2150	38 25

TABLE DES MILLES D'EST ET OUEST QUI RE'PONDENT aux degrez de longitude dans le quatriéme rumb.

Latitude D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt.	Long. D. M.	Latitude. D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt.	Long. D. M.	Latitude. D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt.	Long. D. M.
36 0	2160	38 38	42 0	2520	46 22	48 0	2880	54 52
10	2170	38 50	10	2530	46 36	10	2890	55 5
20	2180	39 3	20	2540	46 49	20	1900	55 22
30	2190	39 15	30	2550	47 2	30	2910	55 37
40	2200	39 27	40	2560	47 16	40	2920	55 51
50	2210	39 40	50	2570	47 30	50	2930	56 7
37 0	2220	39 53	43 0	2580	47 43	49 0	2940	56 22
10	2230	40 5	10	2590	47 56	10	2950	56 38
20	2240	40 18	20	2600	48 10	20	2960	56 52
30	2250	40 31	30	2610	48 25	30	2970	57 8
40	2260	40 43	40	2620	48 39	40	2980	57 23
50	2270	40 56	50	2630	48 53	50	2990	57 39
38 0	2280	41 8	44 0	2640	49 6	50 0	3000	57 54
10	2290	41 21	10	2650	49 20	10	3010	58 10
20	2300	41 33	20	2660	49 54	20	3020	58 26
30	2310	41 46	30	2670	49 48	30	3030	58 42
40	2320	42 0	40	2680	50 2	40	3040	58 58
50	2330	42 13	50	2690	50 16	50	3050	59 14
39 0	2340	42 26	45 0	2700	50 30	51 0	3060	59 30
10	2350	42 39	10	2710	50 43	10	3070	59 46
20	2360	42 52	20	2720	50 57	20	3080	60 1
30	2370	43 4	30	2730	51 12	30	3090	60 17
40	2380	43 17	40	2740	51 26	40	3100	60 33
50	2390	43 30	50	2750	51 40	50	3110	60 49
40 0	2400	43 43	46 0	2760	51 54	52 0	3120	61 5
10	2410	43 56	10	2770	52 10	10	3130	61 21
20	2420	44 9	20	2780	52 25	20	3140	61 37
30	2430	44 21	30	2790	52 39	30	3150	61 54
40	2440	44 34	40	2800	52 54	40	3160	62 10
30	2450	44 48	50	2810	53 8	50	2170	62 26
41 0	2460	45 2	47 0	2820	53 23	53 0	318	62 43
10	2470	46 16	10	2830	53 37	10	3190	53 0
20	2480	45 29	20	2840	53 52	20	32 00	63 17
30	2490	45 42	30	2850	54 6	3	3210	63 34
40	2500	45 55	40	2860	54 21	4	3220	63 51
50	2510	46 8	50	2870	54 36	5	3230	64 8

TABLE DES MILLES D'EST ET OUEST QUI RE'PONDENT aux degrez de longitude dans le quatriéme rumb.

Latitude. D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt	Long. D. M.
54 0	3240	64 24
10	3250	64 41
20	3260	64 58
30	3270	65 15
40	3280	65 32
50	3290	65 50
55 0	3300	66 8
10	3310	66 26
20	3320	66 42
30	3330	67 1
40	3340	67 19
50	3350	67 36
56 0	3360	67 54
10	3370	68 11
20	3380	68 29
30	3390	68 47
40	3400	69 5
50	3410	69 24
57 0	3420	69 42
10	3430	70 0
20	3440	70 19
30	3450	70 38
40	3460	70 58
50	3470	71 14
58 0	3480	31 34
10	3490	71 53
20	3500	72 12
30	3510	72 31
40	3520	72 50
50	3530	73 9
59 0	3540	73 28
10	3550	73 48
20	3560	74 8
30	3570	74 26
40	3580	74 46
50	3590	75 7

Latitude. D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt	Long. D. M.
60 0	3600	75 26
10	3610	75 47
20	3620	76 8
30	3630	76 28
40	3640	76 48
50	3650	77 8
61 0	3660	77 29
10	3670	77 49
20	3680	78 10
30	3690	78 31
40	3700	78 51
50	3710	78 12
62 0	3720	79 34
10	3730	79 55
20	3740	80 17
30	3750	80 38
40	3760	81 0
50	3770	81 22
63 0	3780	81 44
10	3790	82 6
20	3800	82 28
30	3810	82 51
40	3820	83 14
50	3830	83 36
64 0	3840	83 59
10	3850	84 22
20	3860	84 45
30	3870	85 9
40	3880	85 35
50	3890	85 55
65 0	3900	86 19
10	3910	86 42
20	3920	87 6
30	3930	87 29
40	3940	87 55
50	3950	88 20

Latitude. D. M.	Milles d'Eſt & Oueſt	Long. D. M.
66 0	3960	88 44
10	3970	89 8
20	3980	89 32
30	3990	89 57
40	4000	90 23
50	4010	90 48
67 0	4620	91 13
10	4030	91 38
20	4040	92 4
30	4050	92 30
40	4060	92 56
50	4070	93 23
68 0	4080	93 50
10	4090	94 17
20	4100	94 44
30	4110	95 11
40	4120	95 38
50	4130	96 5
69 0	4140	96 33
10	4150	97 2
20	1160	97 30
30	4170	98 0
40	4180	98 29
50	4190	98 58
70 0	4200	99 26

TABLE POUR CHANGER LES DEGREZ ET MINUTES d'Eſt & Oueſt, en mill..

Paralle.	1 Minute milles	cent	pas	2 Minute milles	cent	pas	3 Minute milles	cent	pas.	4 Minutes milles	cent	pas.	5 Minutes milles	cent	pas.	6 Minutes milles	cent	pas.	7 Minutes milles	cent	pas.	8 Minutes milles	cent	pas.	9 Minutes milles	cent	pas
0	1	0		2	0		3	0		4	0		5	0		6	0		7	0		8	0		9	0	
1	1	0		2	0		3	0		4	0		5	0		6	0		7	0		8	0		9	0	
2	1	0		2	0		3	0		4	0		5	0		6	0		7	0		8	0		9	0	
3	1	0		2	0		3	0		4	0		5	0		6	0		7	0		8	0		9	0	
4	1	0		2	0		3	0		4	0		5	0		6	0		7	0		8	0		9	0	
5	1	0		2	0		3	0		4	0		5	0		6	0		7	0		8	0		9	0	
6	1	0		2	0		3	0		4	0		5	0		6	0		7	0		8	0		8	9	
7	1	0		2	0		3	0		4	0		5	0		6	0		6	9		7	9		8	9	
8	1	0		2	0		3	0		4	0		5	0		5	9		6	9		7	9		8	9	
9	1	0		2	0		3	0		4	0		4	9		5	9		6	9		7	9		8	9	
10	1	0		2	0		3	0		3	9		4	9		5	9		6	9		7	9		8	9	
11	1	0		2	0		2	9		3	9		4	9		5	9		6	9		7	9		8	8	
12	1	0		2	0		2	9		3	9		4	9		5	9		6	8		7	8		8	8	
13	1	0		1	9		2	9		3	9		4	9		5	8		6	8		7	8		8	8	
14	1	0		1	9		2	9		3	9		4	9		5	8		6	8		7	8		8	7	
15	1	0		1	9		2	9		3	9		4	8		5	8		6	8		7	7		8	7	
16	1	0		1	9		2	9		3	8		4	8		5	8		6	7		7	7		8	7	
17	1	0		1	9		2	9		3	8		4	8		5	7		6	7		7	7		8	6	
18	1	0		1	9		2	9		3	8		4	8		5	7		6	7		7	6		8	6	
19	0	9		1	9		2	8		3	8		4	7		5	7		6	6		7	6		8	5	
20	0	9		1	9		2	8		3	8		4	7		5	6		6	9		7	5		8	5	
21	0	9		1	9		2	8		3	7		4	7		5	6		6	5		7	5		8	4	
22	0	9		1	9		2	8		3	7		4	6		5	6		6	5		7	4		8	3	
23	0	9		1	8		2	8		3	7		4	6		5	5		6	4		7	4		8	3	
24	0	9		1	8		2	7		3	7		4	6		5	5		6	4		7	3		2	2	
25	0	9		1	8		2	7		3	6		4	5		5	4		6	3		7	2		8	2	
26	0	9		1	8		2	7		3	6		4	5		5	4		6	3		7	2		8	1	
27	0	9		1	8		2	7		3	6		4	5		5	3		6	2		7	1		8	0	
28	0	9		1	8		2	6		3	5		4	4		5	3		6	2		7	0		7	9	
29	0	9		1	7		2	6		3	5		4	4		5	2		6	1		7	0		7	9	
30	0	9		1	7		2	6		3	5		4	3		5	2		6	0		6	9		7	8	
31	0	9		1	7		2	6		3	4		4	3		5	1		6	0		6	9		7	7	
32	0	8		1	7		2	5		3	4		4	2		5	1		5	9		6	8		7	6	
33	0	8		1	7		2	5		3	4		4	2		5	0		5	9		6	7		7	5	
34	0	8		1	7		2	5		3	3		4	1		4	9		5	8		6	6		7	5	

TABLE POUR CHANGER LES DEGREZ ET MINUTES d'Eſt & Oueſt, en milles.

Parall.	1 Minute milles	cent	pas	2 Minutes milles	cent	pas.	3 Minutes milles	cent	pas.	4 Minutes milles	cent	pas.	5 Minutes milles	cent	pas.	6 Minutes milles	cent	pas.	7 Minutes milles	cent	pas.	8 Minutes milles	cent	pas.	9 Minutes milles	cent	pas.
35	0	8	1	1	6	2	5	3	3	4	1	4	9	5	7	6	5	7	4
36	0	8	1	1	6	2	4	3	2	4	0	4	9	5	7	6	5	7	3
37	0	8	1	1	6	2	4	3	2	4	0	4	8	5	6	6	4	7	2
38	0	8	1	1	6	2	4	3	2	3	9	4	7	5	5	6	3	7	1
39	0	8	1	1	6	2	3	3	1	3	9	4	7	5	4	6	2	7	0
40	0	8	1	1	5	2	3	3	1	3	8	4	6	5	4	6	1	6	9
41	0	8	1	1	5	2	2	3	0	3	8	4	5	5	3	6	0	6	8
42	0	7	1	1	5	2	2	3	0	3	7	4	5	5	2	5	9	6	7
43	0	7	1	1	5	2	2	2	9	3	7	4	4	5	1	5	9	6	6
44	0	7	1	1	4	2	2	2	9	3	6	4	3	5	0	5	8	6	5
45	0	7	1	1	4	2	1	2	8	3	5	4	2	4	9	5	6	6	4
46	0	7	1	1	4	2	1	2	8	3	5	4	2	4	9	5	5	6	3
47	0	7	1	1	4	2	0	2	7	3	4	4	1	4	8	5	5	6	1
48	0	7	1	1	3	2	0	2	7	3	3	4	0	4	7	5	3	6	0
49	0	7	1	1	3	2	0	2	6	3	3	3	9	4	6	5	2	5	9
50	0	6	1	1	3	1	9	2	6	3	2	3	9	4	5	5	1	5	8
51	0	6	1	1	2	1	9	2	5	3	1	3	8	4	4	5	0	5	7
52	0	6	1	1	2	1	8	2	4	3	1	3	7	4	3	4	9	5	5
53	0	6	1	1	2	1	8	2	4	3	0	3	9	4	2	4	8	5	4
54	0	6	1	1	2	1	8	2	4	2	9	3	5	4	1	4	7	5	2
55	0	6	1	1	1	1	7	2	3	2	9	3	4	4	0	4	6	5	1
56	0	5	1	1	1	1	7	2	2	2	8	3	4	3	9	4	5	5	0
57	0	5	1	1	1	1	6	2	2	2	7	3	3	3	8	4	4	4	9
58	0	5	1	1	1	1	6	2	1	2	9	3	2	3	7	4	2	4	8
59	0	5	1	0	1	1	5	2	1	2	6	3	0	3	6	4	1	4	6
60	0	5	1	0	1	1	5	2	0	2	5	3	0	3	5	4	0	4	5
61	0	5	1	0	1	1	5	1	9	2	4	2	9	3	4	3	9	4	4
62	0	5	0	9	1	1	4	1	9	2	3	2	8	3	3	3	8	4	2
63	0	5	0	9	1	1	4	1	8	2	3	2	7	3	2	3	6	4	1
64	0	4	0	9	1	1	3	1	8	2	2	2	6	3	1	3	5	3	9
65	0	4	0	8	1	1	3	1	7	2	1	2	5	3	0	3	4	3	8
66	0	4	0	8	1	1	2	1	6	2	0	2	4	2	8	3	2	3	7
67	0	4	0	8	1	1	2	1	6	2	0	2	3	2	7	3	1	3	5
68	0	4	0	7	1	1	1	1	5	1	9	2	2	2	6	3	0	3	4
69	0	4	0	7	1	1	1	1	4	1	8	2	1	2	5	2	9	3	2
70																											

TABLE POUR CHANGER LES DEGREZ ET MINUTES d'Eſt & Oueſt, en milles.

	10 Minutes milles cent pas.	20 Minutes milles cent pas.	30 Minutes milles cent pas.	40 Minutes milles cent pas.	50 Minutes milles cent pas.	Un degré mille cent pas.	Deux degrez milles cent pas.	Trois degrez milles cent pas.	Quatre degrez milles cent pas.
0	10 0	20 0	30 0	40 0	50 0	60 0	120 0	180 0	240 0
1	10 0	20 0	30 0	40 0	50 0	60 0	120 0	180 0	240 0
2	10 0	20 0	30 0	40 0	50 0	60 0	119 9	179 9	239 9
3	10 0	20 0	30 0	39 9	49 9	59 9	119 8	179 8	239 7
4	10 0	20 0	29 9	39 9	49 9	59 9	119 7	179 6	239 4
5	10 0	19 9	29 9	39 8	49 8	59 8	119 5	179 3	239 1
6	9 9	19 9	29 8	39 8	49 7	59 7	119 3	179 0	238 7
7	9 9	19 9	29 8	39 7	49 6	59 6	119 1	178 7	238 2
8	9 9	19 8	29 7	39 6	49 5	59 4	118 8	178 2	237 7
9	9 9	19 8	29 6	39 5	49 4	59 3	118 5	177 8	237 0
10	9 8	19 7	29 5	39 4	49 2	59 0	118 2	177 3	236 4
11	9 8	19 6	29 4	39 3	49 0	58 9	117 8	176 7	235 6
12	9 8	19 6	29 3	39 1	48 9	58 7	117 4	176 0	234 8
13	9 7	19 5	29 2	39 0	48 7	58 5	116 9	175 4	233 8
14	9 7	19 4	29 1	38 8	48 5	58 2	116 4	174 7	232 8
15	9 7	19 3	29 0	38 6	48 3	58 0	115 9	173 9	231 8
16	9 6	19 2	28 8	38 5	48 1	57 7	115 4	173 0	230 7
17	9 6	19 1	28 7	38 2	47 8	57 4	114 8	172 1	229 5
18	9 5	19 0	28 5	38 0	47 6	57 0	114 1	171 1	228 3
19	9 5	18 9	28 4	37 2	47 2	56 7	113 5	170 5	226 9
20	9 4	18 8	28 2	37 6	47 0	56 4	112 8	169 1	225 5
21	9 3	18 7	28 0	37 3	46 7	56 0	112 0	168 0	224 0
22	9 3	18 5	27 8	37 1	46 4	55 6	111 3	166 8	222 5
23	9 2	18 4	27 6	36 8	46 0	55 2	110 5	165 7	220 9
24	9 1	18 3	27 4	36 5	45 7	54 8	109 6	164 4	219 3
25	9 0	18 1	27 1	36 3	45 3	54 4	108 7	163 1	217 5
26	9 0	18 0	27 0	36 0	44 9	53 9	107 9	161 8	215 7
27	8 9	17 8	26 7	35 6	44 6	53 5	106 9	160 4	213 8
28	8 8	17 7	26 5	35 3	44 1	53 0	106 0	158 9	211 9
29	8 7	17 5	26 2	35 0	43 7	52 5	105 0	157 4	209 9
30	8 6	17 3	26 0	34 6	43 3	52 0	103 9	155 9	207 8
31	8 6	17 1	25 7	34 3	42 8	51 4	102 9	154 3	205 7
32	8 5	17 0	25 4	33 9	42 4	50 9	101 8	152 6	203 5
33	8 4	16 8	25 1	33 5	41 9	50 3	100 6	151 0	201 3
34	8 3	16 6	24 9	33 1	41 5	49 7	99 5	149 2	199 0

TABLE POUR CHANGER LES DEGREZ ET MINUTES d'Eſt & Oueſt, en milles.

	10 Minutes milles cent pas.	20 Minutes milles cent pas.	30 Minutes milles cent pas.	40 Minutes milles cent pas.	50 Minutes milles cent pas.	Un degré mille cent pas.	Deux degrez milles cent pas.	Trois degrez milles cent pas.	Quatre degrez milles cent pas.
35	8 2	16 4	24 5	32 8	41 0	49 1	98 2	147 4	196 6
36	8 1	16 2	24 3	32 4	40 5	48 5	97 0	145 6	194 2
37	8 0	16 0	24 0	31 9	39 9	47 9	95 8	143 8	191 7
38	7 9	15 8	23 6	31 5	39 4	47 2	94 5	141 8	189 1
39	7 8	15 5	23 3	31 1	38 9	46 6	93 2	139 9	186 5
40	7 7	15 3	23 0	30 6	38 3	46 0	91 9	137 9	183 8
41	7 5	15 1	22 6	30 1	37 7	45 3	90 6	135 8	181 1
42	7 4	14 9	22 3	29 7	37 2	44 6	89 2	133 8	178 4
43	7 1	14 6	21 9	29 2	36 6	43 9	87 7	131 6	175 5
44	7 2	14 4	21 6	28 8	36 0	43 2	86 3	129 5	172 6
45	7 1	14 1	21 2	28 3	35 4	42 4	84 8	127 2	169 7
46	6 9	13 9	20 8	27 8	34 7	41 6	83 4	125 0	166 7
47	6 8	13 6	20 4	27 28	34 1	40 9	81 8	122 8	163 7
48	6 7	13 3	20 0	26 6	33 3	40 0	79 9	119 9	159 9
49	6 6	13 1	19 7	26 3	32 8	39 4	78 7	118 1	157 5
50	6 4	12 6	19 3	25 7	32 1	35 6	77 1	115 7	154 3
51	6 3	12 9	18 9	25 2	31 5	37 8	75 5	113 3	151 0
52	6 2	12 3	18 5	24 6	30 8	36 9	73 9	110 8	147 8
53	6 0	12 0	18 1	24 1	30 1	36 1	72 2	108 3	144 4
54	5 9	11 8	17 6	23 5	29 4	35 3	70 5	105 8	141 1
55	5 7	11 5	17 2	22 9	28 7	34 4	68 8	103 2	137 6
56	5 6	11 2	16 8	22 4	28 0	33 6	67 1	100 7	134 2
57	5 4	11 9	16 3	21 8	27 2	32 7	65 5	98 3	131 0
58	5 3	10 6	15 9	21 2	26 5	31 8	63 6	95 4	127 2
59	5 2	10 3	15 5	20 6	25 8	30 9	61 8	92 7	123 6
60	5 0	10 0	15 0	20 0	25 0	30 0	60 0	90 0	120 0
61	4 8	9 7	14 5	19 4	24 2	29 1	58 2	87 3	116 4
62	4 7	9 4	14 1	18 8	23 4	28 2	56 3	84 5	112 7
63	4 5	9 1	13 6	18 2	22 7	27 2	54 5	81 7	109 0
64	4 5	8 8	13 2	17 5	22 9	26 3	52 6	78 9	105 2
65	4 2	8 5	12 7	16 9	21 1	25 4	50 7	76 1	101 4
66	4 1	8 1	12 2	16 3	20 3	24 4	48 8	73 2	97 6
67	3 9	7 8	11 7	15 6	19 5	23 4	46 9	70 3	93 8
68	3 7	7 5	11 2	15 0	18 7	22 5	45 0	67 4	89 9
69	3 6	7 2	10 8	14 3	17 9	21 5	43 1	64 6	86 1
70	3 3	6 7	10 0	13 4	16 7	20 0	40 1	60 1	80 1

TABLE POUR LES DEGREZ ET MILLES CENT PAS.

	5 Degrez milles cent pas.	6 Degrez milles cent pas	7 Degrez milles cent pas.	8 Degrez milles cent pas.	9 Degrez milles cent pas.	10 Deg. milles cent pas.	20 Degrez milles cent pas.
0	300 0	360 0	420 0	480 0	540 0	600 0	1200 0
1	300 0	359 9	419 9	479 9	539 9	599 9	1199 8
2	299 8	359 8	419 7	479 7	539 7	599 6	1199 3
3	299 6	359 5	419 4	479 3	539 3	599 2	1198 4
4	299 3	359 1	419 0	478 8	538 7	598 5	1197 0
5	298 9	358 6	418 4	478 2	537 9	597 7	1195 4
6	298 4	358 0	417 7	477 4	537 0	596 7	1193 4
7	297 8	357 3	416 9	476 4	536 0	595 5	1191 0
8	297 0	356 5	415 9	475 3	534 7	594 2	1188 3
9	296 3	355 6	414 8	474 1	533 4	592 6	1185 2
10	295 4	354 5	413 6	472 7	531 8	590 9	1181 8
11	294 5	353 4	412 3	471 2	529 0	588 9	1177 9
12	293 4	352 1	210 8	469 5	528 2	586 9	1173 8
13	292 5	350 7	409 2	467 7	526 2	584 6	1169 2
14	291 1	349 3	407 5	465 7	524 0	582 2	1164 4
15	289 8	347 7	405 7	463 6	521 6	579 6	1159 1
16	288 4	346 1	403 7	461 4	519 0	576 7	1153 5
17	286 9	344 3	401 6	459 0	516 4	573 8	1147 6
18	285 7	342 4	399 4	456 5	513 6	570 6	1141 3
19	283 6	340 4	397 1	453 8	510 6	567 3	1134 6
20	281 9	338 3	394 7	451 1	507 4	563 8	1127 6
21	280 1	336 1	392 1	448 1	504 1	560 1	1120 3
22	278 2	333 8	389 4	445 0	500 7	556 3	1112 6
23	276 1	331 4	386 6	441 8	497 1	552 3	1104 6
24	274 1	328 9	384 0	438 5	493 3	548 1	1096 2
25	272 0	326 3	380 6	435 0	489 4	543 8	1087 6
26	269 6	323 6	377 6	431 5	485 3	539 3	1078 5
27	267 3	320 7	374 2	427 7	481 1	534 6	1069 2
28	264 9	317 9	370 8	423 8	476 8	529 8	1059 6
29	262 3	314 9	367 3	419 8	472 3	524 8	1049 6
30	259 8	311 7	363 7	415 7	467 7	519 6	1039 2
31	257 1	308 6	360 0	411 4	462 9	514 3	1028 6
32	254 4	305 3	356 1	407 1	457 9	508 8	1017 6
33	251 6	301 9	352 2	402 6	452 9	503 2	1006 4
34	248 7	297 5	348 1	397 9	447 7	497 4	994 8

TABLE POUR LES DEGREZ ET MILLES CENT PAS.

	5 Degrez milles cent pas.		6 Degrez milles cent pas.		7 Degrez milles cent pas.		8 Degrez milles cent pas.		9 Degrez milles cent pas.		10 Degr. milles cent pas.		11 Degr. milles cent pas.	
35	245	7	294	8	344	0	393	2	442	3	491	5	983	0
36	242	7	291	2	339	8	388	3	436	9	485	4	970	3
37	239	6	281	5	335	4	383	3	431	2	479	1	958	2
38	236	4	283	7	331	0	378	4	425	5	472	8	945	6
39	233	1	279	8	326	4	373	0	419	7	466	3	932	6
40	229	8	275	8	321	7	367	7	413	6	459	6	919	2
42	226	4	271	7	317	0	362	5	407	5	452	8	905	6
42	222	9	267	5	312	1	356	7	401	3	445	9	891	7
43	219	4	263	3	307	2	351	0	394	9	438	8	877	6
44	215	8	259	0	302	1	345	2	388	4	431	6	863	2
45	212	1	254	5	296	9	339	4	381	8	424	2	848	4
46	208	4	250	0	291	7	333	4	375	1	416	8	833	6
47	204	6	245	5	286	4	327	3	368	2	409	2	818	4
48	199	8	239	8	279	8	319	7	359	7	399	8	799	3
49	196	7	236	2	275	5	314	9	354	2	393	3	787	2
50	192	8	231	4	270	0	308	5	347	1	385	7	771	4
51	188	8	226	6	264	3	302	1	339	8	377	6	755	2
52	184	7	221	6	258	6	295	5	332	5	369	4	738	8
53	180	5	216	6	252	8	288	9	325	0	361	0	722	2
54	176	3	211	6	246	9	282	1	317	4	352	7	705	4
55	172	1	206	5	240	9	275	3	309	7	344	1	688	2
56	167	8	201	3	234	9	268	4	302	0	335	5	671	0
57	163	8	196	9	229	4	262	2	295	8	328	8	653	6
58	159	0	190	8	222	6	254	4	286	2	318	0	636	0
59	154	5	185	4	216	3	247	2	278	1	309	0	618	0
60	150	0	180	0	210	0	240	0	270	0	300	0	600	
61	145	4	174	5	203	9	232	7	261	8	290	9	581	8
62	140	8	169	0	197	2	225	3	253	5	281	7	563	4
63	136	2	163	4	190	6	217	9	245	2	272	4	544	8
64	131	5	157	8	184	1	210	4	236	7	263	0	526	1
65	126	8	152	1	177	5	202	8	228	2	253	6	507	2
66	122	0	146	4	170	8	195	2	219	6	244	0	488	0
67	117	2	140	7	164	1	187	5	211	0	234	4	468	8
68	112	4	134	8	157	3	179	2	202	3	224	8	449	6
69	107	6	129	1	150	6	172	1	193	6	215	0	430	0
70	100	1	120	2	140	2	160	2	180	2	200	3	400	6

TABLES POUR REDUIRE LES MILLES DEST ET OUEST EN DEGREZ DE LONGITUDE.

Parallele.	Un mille D M.Se.	2 Mille D M.Se.	3 Mille D. M. S.	4 Mille D. M. S.	5 Mille D. M. S.	6 Mille D. M. S.	7 Mille D. M. S	8 Mille D. M. S.	9 Mille D. M.Se.
0	0 1 0	0 2 0	0 3 0	0 4 0	0 5 0	0 6 0	0 7 0	0 8 0	0 9 0
1	0 1 0	0 2 0	0 3 0	0 4 0	0 5 0	0 6 0	0 7 0	0 8 0	0 9 1
2	0 1 0	0 2 0	0 3 0	0 4 0	0 5 0	0 6 0	0 7 0	0 8 1	0 9 1
3	0 1 0	0 2 0	0 3 0	0 4 0	0 5 0	0 6 0	0 7 1	0 8 1	0 9 1
4	0 1 0	0 2 0	0 3 0	0 4 1	0 5 1	0 6 1	0 7 1	0 8 1	0 9 1
5	0 1 0	0 2 0	0 3 1	0 4 1	0 5 1	0 6 1	0 7 2	0 8 2	0 9 2
6	0 1 0	0 2 1	0 3 1	0 4 1	0 5 2	0 6 2	0 7 2	0 8 3	0 9 3
7	0 1 0	0 2 1	0 3 1	0 4 2	0 5 2	0 6 3	0 7 3	0 8 4	0 9 4
8	0 1 1	0 2 1	0 3 2	0 4 2	0 5 3	0 6 3	0 7 4	0 8 4	0 9 5
9	0 1 1	0 2 1	0 3 2	0 4 3	0 5 3	0 6 4	0 7 5	0 8 6	0 9 6
10	0 1 1	0 2 2	0 3 3	0 4 4	0 5 5	0 6 6	0 7 7	0 8 7	0 9 8
11	0 1 1	0 2 2	0 3 3	0 4 4	0 5 6	0 6 7	0 7 8	0 8 9	0 9 10
12	0 1 2	0 2 3	0 3 4	0 4 5	0 5 7	0 6 8	0 7 9	0 8 11	0 9 12
13	0 1 2	0 2 3	0 3 5	0 4 6	0 5 8	0 6 9	0 7 11	0 8 12	0 9 14
14	0 1 2	0 2 4	0 3 5	0 4 7	0 5 9	0 6 11	0 7 13	0 8 13	0 9 16
15	0 1 2	0 2 4	0 3 6	0 4 8	0 5 11	0 6 13	0 7 15	0 8 17	0 9 19
16	0 1 2	0 2 5	0 3 7	0 4 10	0 5 12	0 6 14	0 7 17	0 8 19	0 9 22
17	0 1 3	0 2 6	0 3 8	0 4 11	0 5 14	0 6 16	0 7 19	0 8 22	0 9 25
18	0 1 3	0 2 6	0 3 9	0 4 12	0 5 15	0 6 18	0 7 21	0 8 24	0 9 28
19	0 1 3	0 2 7	0 3 10	0 4 14	0 5 17	0 6 20	0 7 24	0 8 28	0 9 31
20	0 1 4	0 2 8	0 3 12	0 4 15	0 5 18	0 6 22	0 7 25	0 8 29	0 9 34
21	0 1 4	0 2 9	0 3 13	0 4 17	0 5 21	0 6 26	0 7 30	0 8 34	0 9 38
22	0 1 5	0 2 9	0 3 14	0 4 19	0 5 24	0 6 28	0 7 33	0 8 38	0 9 42
23	0 1 5	0 2 10	0 3 16	0 4 21	0 5 26	0 6 31	0 7 37	0 8 41	0 9 47
24	0 1 6	0 2 11	0 3 17	0 4 23	0 5 28	0 6 33	0 7 39	0 8 44	0 9 50
25	0 1 6	0 2 12	0 3 19	0 4 25	0 5 31	0 6 37	0 7 43	0 8 50	0 9 56
26	0 1 7	0 2 13	0 3 20	0 4 27	0 5 34	0 6 40	0 7 47	0 8 54	0 10 1
27	0 1 7	0 2 15	0 3 22	0 4 29	0 5 37	0 6 42	0 7 51	0 6 59	0 10 6
28	0 1 8	0 2 16	0 3 24	0 4 31	0 5 39	0 6 47	0 7 55	0 9 3	0 10 11
29	0 1 9	0 2 17	0 3 26	0 4 34	0 5 43	0 6 52	0 8 0	0 9 9	0 10 17

| | | |

| | | |

35	4	4	10	6	6	15	8	8	20	10	10	25	12	12	30	14	14	35	16	16	40	18	18	45	20	20	50
36	4	7	14	6	10	51	8	14	28	10	18	5	12	21	42	14	25	19	16	28	56	18	32	33	20	36	10
37	4	10	26	6	15	39	8	20	52	10	26	5	12	31	18	14	36	31	16	41	44	18	46	57	20	53	53
38	4	13	46	6	20	39	8	27	32	10	34	25	12	41	18	14	48	11	16	55	4	19	1	57	21	8	30
39	4	17	20	6	26	0	8	34	40	10	43	20	12	52	0	15	0	40	17	9	20	19	8	0	21	26	40
40	4	24	4	6	31	36	8	42	8	10	52	40	13	3	12	15	13	44	17	24	16	19	34	48	21	45	26
41	4	25	0	6	37	30	8	50	0	11	2	30	13	15	0	15	27	30	17	40	0	19	52	30	22	5	0
42	4	29	8	6	43	42	8	58	16	11	12	50	13	27	24	15	41	58	17	56	22	20	10	56	22	25	30
43	4	34	6	6	51	9	9	8	12	11	25	15	13	42	18	15	59	21	18	16	24	20	33	27	22	50	13
44	4	38	4	6	57	6	9	16	8	11	35	10	13	54	12	16	13	14	18	32	16	20	51	18	23	10	20
45	4	42	50	7	4	15	9	25	40	11	47	5	14	8	30	16	29	55	18	51	20	21	12	45	23	34	10
46	4	47	52	7	11	48	9	35	44	11	59	40	14	23	36	16	47	32	19	11	28	21	35	24	23	59	10
47	4	53	16	7	19	54	9	46	32	12	13	10	14	39	48	17	6	26	19	33	4	21	59	42	24	26	10
48	4	58	54	7	28	21	9	57	48	12	27	15	14	56	42	17	26	9	19	55	36	22	25	3	24	54	26
49	5	4	50	7	37	15	10	9	40	12	42	5	14	14	30	17	46	55	20	19	20	22	51	45	25	24	10
50	5	11	10	7	46	45	10	22	20	12	57	55	15	33	20	18	8	55	20	44	30	23	20	5	25	55	50
51	5	17	46	7	56	39	10	35	22	13	14	15	15	53	8	18	32	1	21	10	54	23	49	47	26	28	53
52	5	24	50	8	7	15	10	49	40	13	32	5	16	14	30	18	57	15	21	39	30	24	21	55	27	4	20
53	5	32	20	8	18	30	11	4	40	13	50	50	16	37	0	19	23	10	22	9	20	24	55	30	27	41	40
54	5	40	16	8	30	24	11	20	22	14	10	40	17	0	48	19	50	56	22	41	4	25	31	12	28	21	20
55	5	48	40	8	43	30	11	37	20	14	31	55	17	26	0	20	20	20	23	14	40	26	9	0	29	3	20
56	5	57	40	8	56	30	11	55	20	14	54	15	17	53	0	20	51	50	23	50	40	26	49	30	29	48	20
57	6	7	14	9	10	91	12	14	28	15	18	5	18	21	42	21	25	19	24	28	56	27	32	23	30	36	0
58	6	17	26	9	26	9	12	34	52	15	43	35	18	52	18	22	1	1	25	9	44	28	18	27	31	27	10
59	6	28	16	9	42	25	12	56	33	19	10	40	19	24	50	22	38	58	25	53	6	29	7	15	32	21	23
60	6	40	0	10	0	0	13	20	0	16	40	0	20	0	0	23	20	0	26	40	0	30	0	0	33	20	0
61	6	52	36	10	18	45	13	45	0	17	11	15	20	37	30	24	3	45	27	30	0	30	56	15	34	22	30
62	7	6	0	10	39	0	14	12	0	17	45	0	21	18	0	24	51	0	28	24	0	31	57	0	35	30	0
63	7	20	32	11	0	48	14	41	4	18	21	20	22	1	36	25	41	52	22	29	8	33	2	24	36	42	40
64	7	36	12	11	24	18	15	12	24	19	0	30	22	48	36	26	36	42	30	24	48	34	12	54	38	6	0
65	7	53	15	11	49	48	15	46	24	19	43	0	23	39	36	27	36	12	31	32	58	35	29	24	39	26	0
69	8	11	22	12	17	3	16	22	44	20	28	25	24	34	6	28	39	47	32	45	28	36	51	9	40	56	50
67	8	31	40	12	47	30	17	3	20	21	19	10	25	35	0	29	50	50	34	6	40	38	22	30	42	38	20
68	8	52	0	13	18	0	17	45	0	22	10	0	26	36	0	30	51	0	35	28	0	39	53	0	44	10	0
69	9	12	20	13	48	30	18	26	40	23	0	50	27	36	36	31	51	12	36	49	28	41	23	54	45	41	40
70	9	32	40	14	18	45	19	7	55	23	50	25	28	36	12	32	51	47	37	50	56	42	53	48	47	12	30
71	9	52	40	14	48	45	19	48	55	24	39	25	29	35	48	33	51	47	38	51	24	44	23	42	48	42	30
72	10	12	40	15	18	45	20	29	55	25	28	25	30	35	24	34	51	47	39	51	52	45	53	36	50	12	30
73	10	32	40	15	48	45	21	10	55	26	17	25	31	35	0	35	51	47	40	52	20	47	23	30	51	42	30
74	10	52	40	16	18	45	21	51	55	27	6	25	31	34	36	36	51	47	41	52	48	48	23	24	53	12	30
75	11	12	40	16	48	45	22	32	55	27	55	25	32	34	12	37	51	47	42	53	16	49	23	18	54	42	30
76	11	32	40	17	18	45	23	13	55	28	44	25	33	33	48	38	51	47	43	53	44	50	23	12	56	12	30
77	11	52	40	17	48	45	23	54	55	29	33	25	34	33	24	39	51	47	44	54	12	51	23	6	57	42	30
78	12	12	40	18	18	45	24	35	55	30	22	25	35	33	0	40	51	47	45	54	40	52	23	0	59	12	30
79	12	32	40	18	48	45	25	16	55	31	11	25	36	32	36	41	51	47	46	55	8	53	22	54	60	42	30
80	12	52	40	19	18	45	25	57	55	32	0	25	37	32	12	42	51	47	47	55	36	54	22	48	62	12	30
81	13	12	40	19	48	45	26	38	55	32	49	25	38	31	48	43	51	47	48	56	4	55	22	42	63	42	30
82	13	32	40	20	18	45	27	19	55	33	38	25	39	31	24	44	51	47	49	56	32	56	22	36	65	12	30
83	13	52	40	20	48	45	28	0	55	34	27	25	40	31	0	45	51	47	50	57	0	57	22	30	66	42	30
84	14	12	40	21	18	45	28	41	55	35	16	25	41	30	36	46	51	47	51	57	28	58	22	24	68	12	30
85	14	32	40	21	48	45	29	22	55	36	5	25	42	30	12	47	51	47	52	57	56	59	22	18	69	42	30
86	14	52	40	22	18	45	30	3	55	36	54	25	43	29	48	48	51	47	53	58	24	60	22	12	71	12	30
87	15	12	40	22	48	45	30	44	55	37	43	25	44	29	24	49	51	47	54	58	52	61	22	6	72	42	30
88	15	32	40	23	18	45	31	25	55	38	32	25	45	29	0	50	51	47	55	59	20	62	22	0	74	12	30
89	15	52	40	23	48	45	32	6	55	39	21	25	46	28	36	51	51	47	56	59	48	63	21	54	75	42	30
90	16	12	40	24	18	45	32	47	55	40	10	25	47	28	12	52	51	47	57	60	16	64	21	48	77	12	30
91	16	32	40	24	48	45	33	28	55	40	59	25	48	27	48	53	51	47	58	60	44	65	21	42	78	42	30
92	16	52	40	25	18	45	34	9	55	41	48	25	49	27	24	54	51	47	59	61	12	66	21	36	80	12	30
93	17	12	40	25	48	45	34	50	55	42	37	25	50	27	0	55	51	47	60	61	40	67	21	30	81	42	30
94	17	32	40	26	18	45	35	31	55	43	26	25	51	26	36	56	51	47	61	62	8	68	21	24	83	12	30
95	17	52	40	26	48	45	36	12	55	44	15	25	52	26	12	57	51	47	62	62	36	69	21	18	84	42	30
96	18	12	40	27	18	45	36	53	55	45	4	25	53	25	48	58	51	47	63	63	4	70	21	12	86	12	30
97	18	32	40	27	48	45	37	34	55	45	53	25	54	25	24	59	51	47	64	63	32	71	21	6	87	42	30
98	18	52	40	28	18	45	38	15	55	46	42	25	55	25	0	60	51	47	65	64	0	72	21	0	89	12	30
99	19	12	40	28	48	45	38	56	55	47	31	25	56	24	36	61	51	47	66	64	28	73	20	54	90	42	30
100	19	32	40	29	18	45	39	37	55	48	20	25	57	24	12	62	51	47	67	64	56	74	20	48	92	12	30
101	19	52	40	29	48	45	40	18	55	49	9	25	58	23	48	63	51	47	68	65	24	75	20	42	93	42	30
102	20	12	40	30	18	45	40	59	55	49	58	25	59	23	24	64	51	47	69	65	52	76	20	36	95	12	30
103	20	32	40	30	48	45	41	40	55	50	47	26	0	23	0	65	51	47	70	66	20	77	20	30	96	42	30
104	20	52	40	31	18	45	42	21	55	51	36	26	1	22	36	66	51	47	71	66	48	78	20	24	98	12	30
105	21	12	40	31	48	45	43	2	55	52	25	26	2	22	12	67	51	47	72	67	16	79	20	18	99	42	30
106	21	32	40	32	18	45	43	43	55	53	14	26	3	21	48	68	51	47	73	67	44	80	20	12	101	12	30
107	21	52	40	32	48	45	44	24	55	54	3	26	4	21	24	69	51	47	74	68	12	81	20	6	102	42	30
108	22	12	40	33	18	45	45	5	55	54	52	26	5	21	0	70	51	47	75	68	40	82	20	0	104	12	30
109	22	32	40	33	48	45	45	46	55	55	41	26	6	20	36	71	51	47	76	69	8	83	19	54	105	42	30
110	22	52	40	34	18	45	46	27	55	56	30	26	7	20	12	72	51	47	77	69	36	84	19	48	107	12	30
111	23	12	40	34	48	45	47	8	55	57	19	26	8	19	48	73	51	47	78	70	4	85	19	42	108	42	30
112	23	32	40	35	18	45	47	49	55	58	8	26	9	19	24	74	51	47	79	70	32	86	19	36	110	12	30
113	23	52	40	35	48	45	48	30	55	58	57	26	10	19	0	75	51	47	80	71	0	87	19	30	111	42	30
114	24	12	40	36	18	45	49	11	55	59	46	26	11	18	36	76	51	47	81	71	28	88	19	24	113	12	30
115	24	32	40	36	48	45	49	52	55	60	35	26	12	18	12	77	51	47	82	71	56	89	19	18	114	42	30
116	24	52	40	37	18	45	50	33	55	61	24	26	13	17	48	78	51	47	83	72	24	90	19	12	116	12	30
117	25	12	40	37	48	45	51	14	55	62	13	26	14	17	24	79	51	47	84	72	52	91	19	6	117	42	30
118	25	32	40	38	18	45	51	55	55	63	2	26	15	17	0	80	51	47	85	73	20	92	19	0	119	12	30
119	25	52	40	38	48	45	52	36	55	63	51	26	16	16	36	81	51	47	86	73	48	93	18	54	120	42	30
120	26	12	40	39	18	45	53	17	55	64	40	26	17	16	12	82	51	47	87	74	16	94	18	48	122	12	30
121	26	32	40	39	48	45	53	58	55	65	29	26	18	15	48	83	51	47	88	74	44	95	18	42	123	42	30
122	26	52	40	40	18	45	54	39	55	66	18	26	19	15	24	84	51	47	89	75	12	96	18	36	125	12	30
123	27	12	40	40	48	45	55	20	55	67	7	26	20	15	0	85	51	47	90	75	40	97	18	30	126	42	30
124	27	32	40	41	18	45	56	1	55	67	56	26	21	14	36	86	51	47	91	76	8	98	18	24	128	12	30
125	27	52	40	41	48	45	56	42	55	68	45	26	22	14	12	87	51	47	92	76	36	99	18	18	129	42	30
126	28	12	40	42	18	45	57	23	55	69	34	26	23	13	48	88	51	47	93	77	4	100	18	12	131	12	30
127	28	32	40	42	48	45	58	4	55	70	23	26	24	13	24	89	51	47	94	77	32	101	18	6	132	42	30
128	28	52	40	43	18	45	58	45	55	71	12	26	25	13	0	90	51	47	95	78	0	102	18	0	134	12	30
129	29	12	40	43	48	45	59	26	55	72	1	26	26	12	36	91	51	47	96	78	28	103	17	54	135	42	30
130	29	32	40	44	18	45	60	7	55	72	50	26	27	12	12	92	51	47	97	78	56	104	17	48	137	12	30
131	29	52	40	44	48	45	60	48	55	73	39	26	28	11	48	93	51	47	98	79	24	105	17	42	138	42	30
132	30	12	40	45	18	45	61	29	55	74	28	26	29	11	24	94	51	47	99	79	52	106	17	36	140	12	30
133	30	32	40	45	48	45	62	10	55	75	17	26	30	11	0	95	51	47	100	80	20	107	17	30	141	42	30
134	30	52	40	46	18	45	62	51	55	76	6	26	31	10	36	96	51	47	101	80	48	108	17	24	143	12	30
135	31	12	40	46	48	45	63	32	55	76	55	26	32	10	12	97	51	47	102	81	16	109	17	18	144	42	30
136	31	32	40	47	18	45	64	13	55	77	44	26	33	9	48	98	51	47	103	81	44	110	17	12	146	12	30
137	31	52	40	47	48	45	64	54	55	78	33	26	34	9	24	99	51	47	104	82	12	111	17	6	147	42	30
138	32	12	40	48	18	45	65	35	55	79	22	26	35	9	0	100	51	47	105	82	40	112	17	0	149	12	30
139	32	32	40	48	48	45	66	16	55	79	51	26	36	8	36	101	51	47	106	83	8	113	16	54	150	42	30
140	32	52	40	49	18	45	66	57	55	80	40	26	37	8	12	102	51	47	107	83	36	114	16	48	152	12	30
141	33	12	40	49	48	45	67	38	55	81	29	26	38	7	48	103	51	47	108	84	4	115	16	42	153	42	30
142	33	32	40	50	18	45	68	19	55	82	18	26	39	7	24	104	51	47	109	84	32	116	16	36	155	12	30
143	33	52	40	50	48	45	69	0	55	83	7	26	40	7	0	105	51	47	110	85	0	117	16	30	156	42	30
144	34	12	40	51	18	45	69	41	55	83	56	26	41	6	36	106	51	47	111	85	28	118	16	24	158	12	30
145	34	32	40	51	48	45	70	22	55	84	45	26	42	6	12	107	51	47	112	85	56	119	16	18	159	42	30
146	34	52	40	52	18	45	71	3	55	85	34	26	43	5	48	108	51	47	113	86	24	120	16	12	161	12	30
147	35	12	40	52	48	45	71	44	55	86	23	26	44	5	24	109	51	47	114	86	52	121	16	6	162	42	30
148	35	32	40	53	18	45	72	25	55	87	12	26	45	5	0	110	51	47	115	87	20	122	16	0	164	12	30
149	35	52	40	53	48	45	73	6	55	88	1	26	46	4	36	111	51	47	116	87	48	123	15	54	165	42	30
150	36	12	40	54	18	45	73	47	55	88	50	26	47	4	12	112	51	47	117	88	16	124	15	48	167	12	30
151	36	32	40	54	48	45	74	28	55	89	39	26	48	3	48	113	51	47	118	88	44	125	15	42	168	42	30
152	36	52	40	55	18	45	75	9	55	90	28	26	49	3	24	114	51	47	119	89	12	126	15	36	170	12	30
153	37	12	40	55	48	45	75	50	55	91	17	26	50	3	0	115	51	47	120	89	40	127	15	30	171	42	30
154	37	32	40	56	18	45	76	31	55	92	6	26	51	2	36	116	51	47	121	90	8	128	15	24	173	12	30
155	37	52	40	56	48	45	77	12	55	92	55	26	52	2	12	117	51	47	122	90	36	129	15	18	174	42	30
156	38	12	40	57	18	45	77	53	55	93	44	26	53	1	48	118	51	47	123	91	4	130	15	12	176	12	30
157	38	32	40	57	48	45	78	34	55	94	33	26	54	1	24	119	51	47	124	91	32	131	15	6	177	42	30
158	38	52	40	58	18	45	79	15	55	95	22	26	55	1	0	120	51	47	125	92	0	132	15	0	179	12	30
159	39	12	40	58	48	45	79	56	55	96	11	26	56	0	36	121	51	47	126	92	28	133	14	54	180	42	30
160	39	32	40	59	18	45	80	37	55	97	0	26	57	0	12	122	51	47	127	92	56	134	14	48	182	12	30
161	39	52	40	59	48	45	81	18	55	97	49	26	58	0	48	123	51	47	128	93	24	135	14	42	183	42	30
162	40	12	40	60	18	45	81	59	55	98	38	26	59	0	24	124	51	47	129	93	52	136	14	36	185	12	30
163	40	32	40	60	48	45	82	40	55	99	27	27	0	0	0	125	51	47	130	94	20	137	14	30	186	42	30
164	40	52	40	61	18	45	83	21	55	100	16	27	1	0	36	126	51	47	131	94	48	138	14	24	188	12	30
165	41	12	40	61	48	45	84	2	55	101	5	27	2	0	12	127	51	47	132	95	16	139	14	18	189	42	30
166	41	32	40	62	18	45	84	43	55	101	54	27	3	0	48	128	51	47	133	95	44	140	14	12	191	12	30
167	41	52	40	62	48	45	85	24	55	102	43	27	4	0	24	129	51	47	134	96	12	141	14	6	192	42	30
168	42	12	40	63	18	45	86	5	55	103	32	27	5	0	0	130	51	47	135	96	40	142	14	0	194	12	30
169	42	32	40	63	48	45	86	46	55	104	21	27	6	0	36	131	51	47	136	97	8	143	13	54	195	42	30
170	42	52	40	64	18	45	87	27	55	105	10	27	7	0	12	132	51	47	137	97	36	144	13	48	197	12	30
171	43	12	40	64	48	45	88	8	55	105	59	27	8	0	48	133	51	47	138	98	4	145	13	42	198	42	30
172	43	32	40	65	18	45	88	49	55	106	48	27	9	0	24	134	51	47	139	98	32	146	13	36	200	12	30
173	43	52	40	65	48	45	89	30	55	107	37	27	10	0	0	135	51	47	140	99	0	147	13	30	201	42	30
174	44	12	40	66

| | | |

6	0	0	12	3	67	2	28	3	90	4	1	4	33	6	0	50	99	0	6	48	14	30	9	41	30	14	18	45
		10	1	14	3	77	2	33	4	01	4	7	4	45	6	10	52	39	35	66	14	55	9	69	31	3	18	97
		20	1	16	3	87	2	37	4	11	4	14	4	57	6	20	53	79	30	68	4	19	9	93	31	54	19	48
		30	1	18	3	98	2	41	4	22	4	21	4	69	6	30	55	29	45	70	2	44	10	19	32	46	19	99
		40	1	20	4	08	2	46	4	33	4	27	4	81	6	40	53	60	10	07	20	8	10	45	33	37	20	50
		50	1	22	4	18	2	50	4	43	4	34	4	93	6	50	58	00	15	73	8	33	10	71	34	25	21	02
7	0	0	1	2	4	28	2	54	4	55	4	41	5	05	7	0	59	41	0	30	7	56	16	57	10	98	35	18	21	53
		10	1	26	4	38	2	58	4	65	4	47	5	17	7	11	60	81	0	45	7	74	17	21	11	24	36	7	22	04
		20	1	28	4	49	3	2	4	76	4	54	5	29	7	20	62	21	1	0	7	92	17	45	11	50	37	0	22	55
		30	1	30	4	59	3	6	4	87	5	1	5	41	7	31	63	61	1	16	8	10	18	10	11	76	38	0	23	07
		40	1	32	4	69	3	11	4	98	5	8	5	53	7	41	65	11	1	32	8	28	18	34	12	02	38	42	23	68
		50	1	34	4	79	3	15	5	09	5	14	5	65	7	51	66	51	1	46	8	46	18	58	12	28	39	29	24	09
8	0	0	1	3	6	48	0	3	19	5	20	5	21	5	77	8	2	67	9	12	1	86	4	19	22	12	54	40	21	24	60
		10	1	38	5	00	3	24	5	30	5	28	5	89	8	12	69	31	2	16	8	82	19	47	12	80	40	12	25	12
		20	1	40	5	10	3	28	5	41	5	35	6	01	8	22	70	71	2	31	9	00	20	11	13	07	42	4	25	63
		30	1	42	5	20	3	32	5	52	5	41	6	13	8	32	72	11	2	47	9	18	20	35	13	33	42	51	26	14
		40	1	44	5	30	3	36	5	63	5	48	6	25	8	42	73	51	3	2	9	36	21	0	13	59	43	43	26	65
		50	1	46	5	40	3	40	5	74	5	55	6	37	8	52	74	91	3	17	9	54	21	24	13	85	44	34	27	17
9	0	0	1	4	8	55	8	3	44	5	84	6	2	6	49	9	1	76	4	13	32	9	72	21	50	14	11	45	26	27	68
		10	1	50	5	61	3	49	5	95	6	8	6	61	9	12	77	81	3	47	9	90	22	14	14	37	46	18	28	19
		20	1	52	5	71	3	53	6	06	6	15	6	73	9	22	79	21	4	2	10	08	22	39	14	63	47	9	28	70
		30	1	54	5	81	3	57	6	17	6	22	6	86	9	33	80	61	4	16	10	26	23	3	14	89	47	57	29	22
		40	1	56	5	91	4	1	6	28	6	29	6	98	9	42	82	01	4	32	10	44	23	27	15	16	48	40	29	73
		50	1	58	6	02	4	5	6	38	6	35	7	09	9	52	83	41	4	48	10	62	23	52	15	42	49	41	30	24
10	0	2	0	6	12	4	10	6	49	6	42	7	22	10	3	84	9	15	3	10	80	24	16	15	68	50	32	30	75
		10	2	2	6	22	4	14	6	60	6	49	7	34	10	13	86	31	5	17	10	98	24	41	15	94	51	24	31	27
		20	2	4	6	32	4	18	6	71	6	56	7	46	10	23	87	71	5	33	11	16	25	5	16	20	52	16	31	78
		30	2	6	6	42	4	22	6	82	7	1	7	58	10	33	89	11	5	47	11	34	25	30	16	46	52	4	32	29
		40	2	8	6	53	4	26	6	93	7	9	7	70	10	44	90	51	6	3	11	52	25	54	16	62	53	56	32	71
		50	2	10	6	63	4	30	7	04	7	16	7	82	10	54	91	91	6	18	11	70	26	18	16	89	54	48	33	22
11	0	2	12	6	73	4	34	7	14	7	23	7	94	11	4	93	31	6	34	11	88	26	43	17	25	55	36	33	73
		10	2	14	6	83	4	38	7	25	7	30	8	06	11	14	94	81	6	49	12	06	27	8	17	51	56	28	34	24
		20	2	16	6	93	4	42	7	32	7	36	8	18	11	24	95	61	7	5	12	24	27	32	17	77	57	20	34	76
		30	2	18	7	04	4	48	7	47	7	44	8	30	11	34	96	41	7	19	12	42	27	58	18	03	58	12	35	27
		40	2	20	7	14	4	52	7	61	7	52	8	42	11	44	97	21	7	33	13	0	28	24	18	29	59	4	36	78
		50	2	22	7	24	4	56	7	76	7	59	8	54	11	54	98	01	7	47	13	18	28	50	18	55	59	52	37	29
12	0	2	24	7	34	5	0	7	90	8	7	8	66	12	5	04	81	7	61	13	36	29	16	19	21	59	40	38	80
		10	2	26	7	44	5	4	8	05	8	15	8	78	12	14	82	61	7	75	13	54	29	42	19	47	60	28	39	31
		20	2	28	7	54	5	8	8	19	8	23	8	90	12	24	83	41	7	89	14	12	30	8	20	15	61	16	41	82
		30	2	30	8	4	5	12	8	33	8	31	9	2	12	34	84	21	8	3	14	30	30	34	20	43	62	4	43	33
		40	2	32	8	14	5	16	8	47	8	39	9	14	12	44	85	01	8	17	14	48	31	0	21	11	62	52	44	84
		50	2	34	8	24	5	20	8	61	8	47	9	26	12	54	85	81	8	31	15	6	31	26	22	39	63	40	46	35
13	0	2	36	8	34	5	24	8	75	8	55	9	38	13	5	04	86	61	8	45	15	24	31	52	23	7	64	28	47	86
		10	2	38	8	44	5	28	8	89	8	63	9	50	13	14	87	41	8	59	15	42	32	18	23	35	65	16	49	37
		20	2	40	8	54	5	32	9	03	8	71	10	2	13	24	88	21	9	3	16	0	33	44	24	3	66	4	50	88
		30	2	42	9	4	5	36	9	17	8	79	10	14	13	34	89	01	9	17	16	18	34	70	24	31	66	52	52	39
		40	2	44	9	14	5	40	9	31	8	87	10	26	13	44	89	81	9	31	16	36	35	96	24	59	67	40	53	90
		50	2	46	9	24	5	44	9	45	8	95	10	38	13	54	90	61	9	45	16	54	37	22	25	27	68	28	55	41
14	0	2	48	9	34	5	48	9	59	9	3	10	50	14	5	04	91	41	9	59	17	12	38	48	25	55	69	16	56	92
		10	2	50	9	44	5	52	9	73	9	11	11	2	14	14	92	21	10	13	17	30	39	74	26	23	70	4	58	43
		20	2	52	9	54	5	56	9	87	9	19	11	14	14	24	93	01	10	27	17	48	41	0	26	51	70	52	59	94
		30	2	54	10	4	6	0	10	1	9	27	11	26	14	34	93	81	10	41	18	6	42	26	27	19	71	40	61	45
		40	2	56	10	14	6	4	10	15	9	35	11	38	14	44	94	61	10	55	18	24	43	52	28	47	72	28	62	96
		50	2	58	10	24	6	8	10	29	9	43	11	50	14	54	95	41	11	9	18	42	44	78	29	15	73	16	64	47
15	0	3	0	10	34	6	12	10	43	9	51	12	2	15	5	04	96	21	11	23	19	0	46	4	30	43	74	4	65	98
		10	3	2	10	44	6	16	10	57	9	59	12	14	15	14	97	01	11	37	19	18	47	30	31	11	74	52	66	49
		20	3	4	10	54	6	20	11	11	10	7	12	26	15	24	97	81	11	51	19	36	48	56	31	39	75	40	67	99
		30	3	6	11	4	6	24	11	25	10	15	12	38	15	34	98	61	12	5	19	54	49	82	32	7	76	28	68	50
		40	3	8	11	14	6	28	11	39	10	23	12	50	15	44	99	41	12	19	20	12	51	8	32	35	77	16	69	1
		50	3	10	11	24	6	32	11	53	10	31	13	2	15	54	100	21	12	33	20	30	51	34	33	3	78	4	70	2
16	0	3	12	11	34	6	36	12	7	10	39	13	14	16	5	04	101	1	12	47	20	48	52	60	33	31	78	52	71	3
		10	3	14	11	44	6	40	12	21	10	47	13	26	16	14	101	81	13	1	21	6	53	86	34	27	79	40	72	4
		20	3	16	11	54	6	44	12	35	10	55	13	38	16	24	102	61	13	15	21	24	54	12	35	23	80	28	73	5
		30	3	18	12	4	6	48	12	49	11	3	14	2	16	34	103	41	13	29	21	42	54	38	36	19	81	16	74	6
		40	3	20	12	14	6	52	13	3	11	11	14	14	16	44	104	21	13	43	22	0	55	64	37	15	82	4	75	7
		50	3	22	12	24	6	56	13	17	11	19	14	26	16	54	105	01	13	57	22	18	56	90	38	11	82	52	76	8
17	0	3	24	12	34	7	0	13	31	11	27	14	38	17	5	04	105	81	14	11	22	36	57	16	39	7	83	40	77	9
		10	3	26	12	44	7	4	13	45	11	35	14	50	17	14	106	61	14	25	22	54	57	42	39	59	84	28	78	10
		20	3	28	12	54	7	8	13	59	11	43	15	2	17	24	107	41	14	39	23	12	57	68	40	47	85	16	79	11
		30	3	30	13	4	7	12	14	13	11	51	15	14	17	34	108	21	14	53	23	30	57	94	41	35	86	4	80	12
		40	3	32	13	14	7	16	14	27	11	59	15	26	17	44	109	01	15	7	23	48	58	20	42	23	86	52	81	13
		50	3	34	13	24	7	20	14	41	12	7	15	38	17	54	109	81	15	21	24	6	58	46	43	11	87	40	82	14
18	0	3	36	13	34	7	24	14	55	12	15	15	50	18	5	04	110	61	15	35	24	24	59	72	43	47	88	28	83	15
		10	3	38	13	44	7	28	15	9	12	23	16	2	18	14	111	41	15	49	24	42	59	98	43	59	89	16	84	16
		20	3	40	13	54	7	32	15	23	12	31	16	14	18	24	112	21	16	3	25	0	60	24	44	35	90	4	85	17
		30	3	42	14	4	7	36	15	37	12	39	16	26	18	34	113	01	16	17	25	18	60	50	45	23	90	52	86	18
		40	3	44	14	14	7	40	15	51	12	47	16	38	18	44	113	81	16	31	25	36	61	76	46	11	91	40	87	19
		50	3	46	14	24	7	44	16	5	12	55	16	50	18	54	114	61	16	45	25	54	62	2	46	59	92	28	88	20
19	0	3	48	14	34	7	48	16	19	13	3	17	2	19	5	04	115	41	17	0	26	12	62	28	47	47	93	16	89	21
		10	3	50	14	44	7	52	16	33	13	11	17	14	19	14	116	21	17	14	26	30	62	54	48	35	94	4	90	22
		20	3	52	14	54	7	56	16	47	13	19	17	26	19	24	117	01	17	28	26	48	63	80	49	23	94	52	91	23
		30	3	54	15	4	8	0	17	1	13	27	17	38	19	34	117	81	17	43	27	6	63	106	50	11	95	40	92	24
		40	3	56	15	14	8	4	17	15	13	35	17	50	19	44	118	61	17	57	27	24	64	32	51	59	96	28	93	25
		50	3	58	15	24	8	8	17	29	13	43	18	2	19	54	119	41	18	11	27	42	64	58	53	47	97	16	94	26
20	0	4	0	15	34	8	12	17	43	13	51	18	14	20	5	04	120	21	18	25	28	0	65	84	55	35	98	4	95	27
		10	4	2	15	44	8	16	17	57	13	59	18	26	20	14	121	1	18	39	28	18	66	10	57	23	98	52	96	28
		20	4	4	15	54	8	20	18	11	14	7	18	38	20	24	121	81	19	3	28	36	66	36	59	11	99	40	97	29
		30	4	6	16	4	8	24	18	25	14	15	18	50	20	34	122	61	19	17	28	54	66	62	59	59	100	28	98	30
		40	4	8	16	14	8	28	18	39	14	23	19	2	20	44	123	41	19	31	29	12	67	88	60	47	101	16	99	31
		50	4	10	16	24	8	32	18	53	14	31	19	14	20	54	124	21	19	45	29	30	68	14	61	35	102	4	100	32
21	0	4	12	16	34	8	36	19	7	14	39	19	26	21	5	04	125	1	19	59	29	48	68	40	62	23	102	52	101	33
		10	4	14	16	44	8	40	19	21	14	47	19	38	21	14	125	81	20	13	30	6	68	66	63	11	103	40	102	34
		20	4	16	16	54	8	44	19	35	14	55	19	50	21	24	126	61	20	27	30	24	69	92	63	59	104	28	103	35
		30	4	18	17	4	8	48	19	49	15	3	20	2	21	34	127	41	20	41	30	42	70	18	64	47	105	16	104	36
		40	4	20	17	14	8	52	20	3	15	11	20	14	21	44	128	21	20	55	30	60	70	44	65	35	106	4	105	37
		50	4	22	17	24	8	56	20	17	15	19	20	26	21	54	129	01	21	9	30	78	71	70	66	23	106	52	106	38
22	0	4	24	17	34	9	0	20	31	15	27	20	38	22	5	04	129	81	21	23	31	96	72	96	67	11	107	40	107	39
		10	4	26	17	44	9	4	20	45	15	35	20	50	22	14	130	61	21	37	32	14	73	22	67	59	108	28	108	40
		20	4	28	17	54	9	8	20	59	15	43	21	2	22	24	131	41	21	51	32	32	73	48	68	47	109	16	109	41
		30	4	30	18	4	9	12	21	13	15	51	21	14	22	34	132	21	22	5	32	50	74	74	69	35	110	4	110	42
		40	4	32	18	14	9	16	21	27	15	59	21	26	22	44	133	01	22	19	33	68	75	100	70	23	110	52	111	43
		50	4	34	18	24	9	20	21	41	16	7	21	38	22	54	133	81	22	33	33	86	76	126	71	11	111	40	112	44
23	0	4	36	18	34	9	24	21	55	16	15	22	2	23	5	04	134	41	22	47	34	4	77	52	72	59	112	28	113	45
		10	4	38	18	44	9	28	22	9	16	23	22	14	23	14	135	21	23	1	34	22	77	78	73	47	113	16	114	46
		20	4	40	18	54	9	32	22	23	16	31	22	26	24	24	136	01	23	15	34	40	78	104	74	35	114	4	115	47
		30	4	42	19	4	9	36	22	37	16	39	23	2	24	34	136	81	23	29	34	58	79	130	75	23	114	52	116	48
		40	4	44	19	14	9	40	22	51	16	47	23	38	24	44	137	61	23	43	34	76	80	156	76	11	115	40	117	49
		50	4	46	19	24	9	44	23	5	16	55	24	14	24	54	138	41	23	57	34	94	81	182	76	59	116	28	118	50
24	0	4	48	19	34	9	48	23	19	17	3	25	2	25	5	04	139	21	24	11	35	12	82	208	77	47	117	16	119	51
		10	4	50	19	44	9	52	23	33	17	11	25	26	25	14	140	1	24	25	35	30	83	234	78	35	118	4	120	52
		20	4	52	19	54	9	56	23	47	17	19	26	38	25	24	140	81	24	39	35	48	84	260	79	23	118	52	121	53
		30	4	54	20	4	10	0	24	1	17	27	27	2	25	34	141	61	24	53	35	66	85	286	80	11	119	40	122	54
		40	4	56	20	14	10	4	24	15	17	35	27	14	25	44	142	41	25	7	35	84	86	312	80	59	120	28	123	55
		50	4	58	20	24	10	8	24	29	17	43	27	26	25	54	143	21	25	21	36	2	87	338	81	47	121	16	124	56
25	0	5	0	20	34	10	12	24	43	17	51	27	38	26	5	04	144	1	25	35	36	20	88	364	82	35	122	4	125	57
		10	5	2	20	44	10	16	24	57	17	59	28	2	26	14	144	81	25	49	36	38	89	390	83	23	123	52	126	58
		20	5	4	20	54	10	20	25	11	18	7	28	14	26	24	145	61	26	3	36	56	90	416	84	11	124	40	127	59
		30	5	6	21	4	10	24	25	25	18	15	28	26	26	34	146	41	26	17	37	14	91	442	84	59	125	28	128	60
		40	5	8	21	14	10	28	25	39	18	23	28	38	26	44	147	21	26	31	37	32	92	468	85	47	126	16	129	61
		50	5	10	21	24	10	32	25	53	18	31	28	50	26	54	148	1	26	45	37	50	93	494	86	35	127	4	130	62
26	0	5	12	21	34	10	36	26	7	18	39	28	62	27	5	04	148	81	26	59	38	8	94	520	87	23	128	52	131	63
		10	5	14	21	44	10	40	26	21	18	47	29	14	27	14	149	61	27	13	38	26	95	546	88	11	129	40	132	64
		20	5	16	21	54	10	44	26	35	18	55	29	26	27	24	150	41	27	27	38	44	96	572	88	59	130	28	133	65
		30	5	18	22	4	10	48	26	49	19	3	29	38	27	34	151	21	27	41	39	2	97	598	89	47	131	16	134	66
		40	5	20	22	14	10	52	27	3	19	11	29	50	27	44	152	1	27	55	39	20	98	624	90	35	132	4	135	67
		50	5	22	22	24	10	56	27	17	19	19	30	2	27	54	152	81	28	9	39	38	99	650	91	23	133	52	136	68
27	0	5	24	22	34	11	0	27	31	19	27	30	14	28	6	04	153	41	28	23	39	56	100	676	92	11	134	40	137	69
		10	5	26	22	44	11	4	27	45	19	35	30	26	28	14	154	21	28	37	40	14	101	702	92	59	135	28	138	70
		20	5	28	22	54	11	8	27	59	19	43	31	2	28	24	155	1	28	51	40	32	102	728	93	47	136	16	139	71
		30	5	30	23	4	11	12	28	13	19	51	31	14	28	34	155	81	29	5	40	50	103	754	94	35	137	4	140	72
		40	5	32	23	14	11	16	28	27	19	59	31	26	28	44	156	41	29	19	41	8	104	780	95	23	138	52	141	73
		50	5	34	23	24	11	20	28	41	20	7	31	38	28	54	157	21	29	33	41

| | | |

18	0	3	38	11101	7	34	11169	12	14	1290	18	19	1527	27	24	1944	44	11	2822	92	1	5536
	10	3	40	11117	7	40	1180	12	21	1318	18	29	1541	27	39	1962	44	37	2848	92	55	5587
	20	3	42	11227	7	44	1191	12	28	1323	18	39	1556	27	55	1980	44	2	2874	93	44	5638
	30	3	44	11327	7	48	1201	12	35	1335	18	49	1570	28	11	1998	45	27	2901	94	40	5690
	40	3	46	11427	7	52	1212	12	42	1347	19	0	1584	28	27	2016	45	56	2927	95	32	5741
	50	3	49	11527	7	57	1223	12	49	1359	19	10	1598	28	42	2034	46	18	2953	95	56	5792
19	0	3	51	11627	8	1	1234	12	56	1371	19	21	1612	28	58	2052	46	45	2979	97	29	5843
	10	3	53	11737	8	5	1245	13	3	1383	19	31	1626	29	14	2070	47	11	3006	98	14	5895
	20	3	55	11837	8	10	1256	13	11	1396	19	42	1640	29	30	2088	47	36	3031	99	4	5946
	30	3	57	11937	8	44	1266	13	18	1407	19	53	1655	29	46	2106	48	2	3057	99	58	5997
	40	3	59	12037	8	19	1277	13	25	1419	20	4	1669	30	2	2124	48	27	3083	100	52	6048
	50	4	1	12137	8	23	1288	13	32	1431	20	14	1683	30	18	2142	48	53	3110	101	47	6100
20	0	4	4	12248	8	28	1299	13	39	1443	20	25	1697	30	34	2160	49	18	3136	102	40	6151
	10	4	7	12348	8	32	1310	13	46	1455	20	35	1711	30	50	2178	49	44	3162	103	36	6202
	20	4	9	12448	8	36	1321	13	53	1467	20	46	1725	31	6	2196	50	9	3188	104	25	6254
	30	4	11	12548	8	41	1331	14	2	1479	20	57	1739	31	21	2214	50	35	3216	105	15	6305
	40	4	13	12648	8	45	1342	14	8	1491	21	7	1744	31	37	2232	51	1	3230	106	14	6356
	50	4	15	12748	8	49	1353	14	15	1503	21	18	1758	31	53	2250	51	26	3266	107	8	6407
21	0	4	17	12858	8	54	1364	14	22	1515	21	28	1782	32	9	2268	51	52	3292	108	3	6458
	10	4	19	12958	8	59	1375	14	29	1527	21	39	1796	32	25	2286	52	20	3319	108	53	6510
	20	4	21	13059	9	3	1385	14	36	1539	21	50	1811	32	42	2304	52	43	3345	109	48	6561
	30	4	23	13159	9	7	1396	14	44	1551	22	1	1825	32	57	2322	53	11	3371	110	42	6612
	40	4	25	13259	9	12	1407	14	51	1563	22	12	1839	33	14	2340	53	37	3397	111	38	6664
	50	4	27	13369	9	16	1418	14	58	1575	22	22	1854	33	30	2358	54	3	3423	112	32	6715
22	0	4	29	13469	9	20	1429	15	5	1588	22	33	1867	33	46	2376	54	29	3449	113	25	6746
	10	4	31	13569	9	25	1440	15	12	1600	22	44	1871	34	2	2394	54	55	3475	114	20	6797
	20	4	33	13669	9	30	1450	15	19	1612	22	55	1885	34	18	2412	55	21	3502	115	13	6849
	30	4	35	13769	9	34	1461	15	26	1624	23	6	1899	34	35	2430	55	47	3528	116	9	6900
	40	4	37	13879	9	38	1472	15	33	1636	23	17	1903	34	51	2448	56	13	3554	117	4	6951
	50	4	40	13979	9	43	1583	15	41	1648	23	28	1917	35	7	2466	56	39	3580	117	59	7002
23	0	4	42	14079	9	48	1494	15	48	1660	23	39	1952	35	23	2484	57	5	3606	118	50	7075
	10	4	44	14179	9	52	1505	15	55	1672	23	49	1966	35	40	2502	57	31	3632	119	45	7126
	20	4	46	14279	9	57	1515	16	3	1684	24	0	1980	35	56	2520	57	57	3658	120	41	7177
	30	4	48	14379	10	1	1526	16	10	1696	24	11	1994	36	12	2538	58	23	3684	121	36	7228

404	50	1448	10	7	1537	16	17	1708	24	22	2008	36	28	2556	58	52	3711	122	32	7280
504	52	1458	10	11	1548	16	24	1720	24	33	2022	36	45	2574	59	18	3736	123	24	7331

505	0	1759	10	37	1023	17	0	1792	25	5	2097				01	50	3824	120	57	7527
25	05	8	1530	10	42	1624	17	16	1804	25	50	2121	38	40	2700	62	22	3920	129	52	7689
105		10	1540	10	56	1634	17	23	1816	26	1	2135	38	56	2718	62	49	3946	130	48	7740
205		12	1550	10	51	1645	17	30	1828	26	12	2150	39	13	2736	63	15	3972	131	44	7791
305		14	1560	10	56	1656	17	38	1840	26	23	2164	39	29	2754	63	42	3998	132	56	7842
405		16	1570	11	1	1667	17	45	1852	26	34	2178	39	46	2772	64	9	4024	133	33	7894
505		18	1580	11	5	1678	17	52	1864	26	45	2192	40	2	2790	64	34	4050	134	29	7945
26	05	21	1591	11	9	1688	18	0	1876	26	56	2206	40	19	2808	65	2	4076	135	26	7996
105		23	1601	11	14	1699	18	7	1888	27	7	2220	40	36	2826	65	31	4103	136	23	8048
205		26	1611	11	19	1710	18	15	1900	27	8	2234	40	53	2844	65	56	4129	137	20	8098
305		28	1621	11	23	1721	18	22	1912	27	29	2249	41	9	2862	66	25	4155	138	17	8150
405		30	1631	11	28	1732	18	30	1924	27	40	2263	41	26	2880	66	30	4181	139	9	8201
505		32	1642	11	32	1743	18	37	1936	27	51	2277	41	42	2898	67	19	4207	40	7	8253
27	05	34	1652	11	37	1753	18	45	1948	28	3	2291	42	0	2916	67	45	4233	141	4	8304
105		36	1662	11	42	1764	18	52	1960	28	14	2305	42	17	2934	68	12	4259	142	1	8355
205		39	1672	11	47	1775	19	0	1972	28	25	2319	42	33	2952	68	39	4285	142	56	8406
305		41	1682	11	51	1786	19	7	1984	28	37	2333	42	50	2970	69	6	4312	143	51	8458
405		43	1693	11	56	1797	19	15	1996	28	49	2348	48	7	2988	69	33	4338	44	49	8500
505		46	1703	12	1	1808	19	22	2008	28	59	2362	43	24	2906	70	0	4344	145	46	8560
28	05	48	1713	12	6	1818	19	30	2021	29	11	2376	43	41	3024	70	27	4390	46	44	8611
105		50	1723	12	10	1829	19	37	2033	29	22	2390	43	58	3042	70	55	4416	147	33	8663
205		52	1733	12	15	1840	19	45	2045	29	34	2404	44	15	3060	71	22	4442	148	35	8714
305		55	1744	12	20	1851	19	56	2057	29	46	2418	44	32	3078	71	49	4468	149	33	8765
405		57	1754	12	25	1862	20	0	2069	29	57	2432	44	49	3096	72	19	4495	150	31	8816
506		0	1764	12	30	1872	20	8	2081	30	8	2447	45	6	3114	72	44	4521	151	29	8868
29	06	2	1774	12	34	1883	20	16	2093	30	19	2461	45	23	3132	73	14	4547	52	28	8919
106		4	1784	12	39	1894	20	23	2105	30	31	2475	45	40	3150	73	41	4573	153	24	8970
206		7	1795	12	43	1905	20	30	2117	30	43	2489	45	57	3168	74	9	4599	154	23	9021
306		9	1805	12	48	1916	20	38	2129	30	54	2503	46	15	3186	74	37	4625	155	19	9073
406		11	1815	12	52	1927	20	46	2141	31	5	2517	46	22	3204	75	4	4651	156	17	9124
506		13	1825	12	57	1937	20	54	2153	31	17	2531	46	49	3222	75	32	4677	57	16	9175

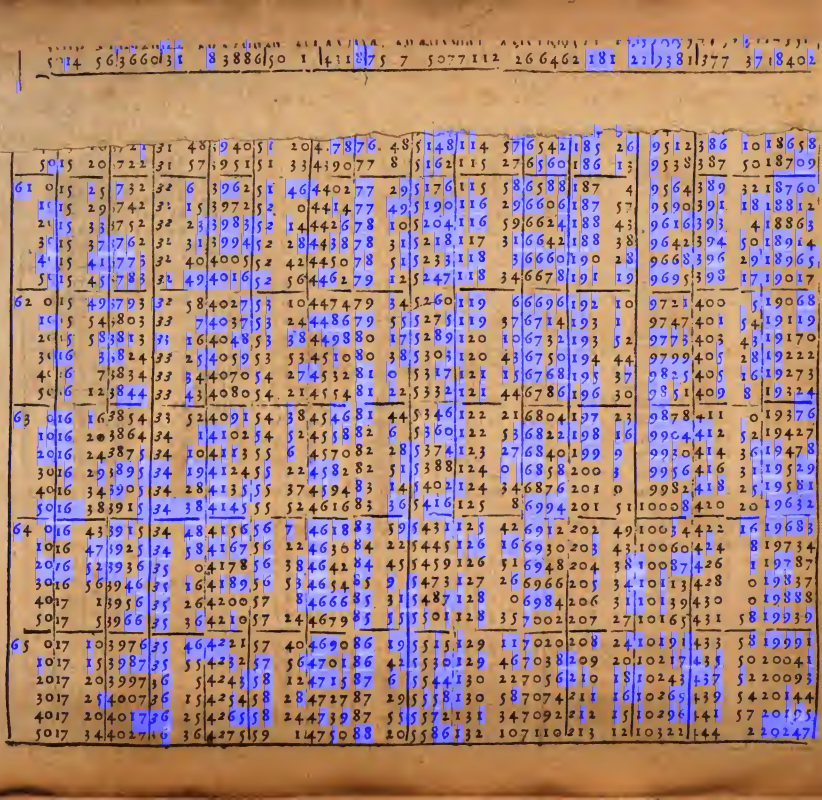
30	0	6	16	1835	13	2	1948	21	1	2161	31	28	2546	47	6	3240	76	0	4704	158	15	9226
	10	6	18	1845	13	7	1959	21	9	2171	31	40	2560	47	24	3253	76	27	4736	59	14	9278
	20	6	20	1856	13	11	1970	21	17	2182	31	51	2574	47	41	3270	76	55	4756	60	8	9329
	30	6	23	1867	13	16	1981	21	24	2201	32	3	2588	47	58	3294	77	23	4778	61	8	9380
	40	6	25	1876	13	21	1991	21	32	2213	32	15	2602	42	16	3312	77	51	4800	62	7	9431
	50	6	27	1886	13	26	2002	21	40	2225	32	29	2616	42	33	3333	78	19	4834	63	6	9483
31	0	6	29	1896	13	30	2013	21	47	2237	32	38	2630	48	50	3348	78	47	4866	64	03	9534
	10	6	31	1907	13	35	2024	21	55	2249	32	49	2645	49	8	3366	79	17	4886	65	03	9585
	20	6	34	1917	13	40	2035	22	3	2261	33	0	2659	49	25	3384	79	43	4913	66	1	9636
	30	6	36	1927	13	45	2046	22	11	2273	33	12	2673	49	43	3402	80	13	4939	67	0	9688
	40	6	39	1937	13	50	2056	22	19	2285	33	25	2687	50	1	3420	80	41	4961	68	0	9739
	50	6	41	1947	13	56	2067	22	27	2297	33	37	2701	50	18	2438	81	10	4991	69	0	9790
32	0	6	43	1958	14	1	2078	22	34	2309	33	48	2715	50	36	3456	82	38	5017	170	0	9842
	10	6	46	1968	14	6	2089	22	42	2321	34	0	2730	50	53	3474	81	6	504	170	55	9893
	20	6	48	1978	14	10	2100	22	50	2333	34	13	2744	51	11	3492	82	3	506	71	55	9944
	30	6	50	1988	14	15	2111	22	58	2345	34	24	2758	51	29	3510	83	21	5095	72	56	9995
	40	6	52	1998	14	20	2121	23	6	2357	34	35	2772	51	47	3528	83	32	5122	73	56	10047
	50	6	55	2005	14	25	2132	23	14	2369	34	45	2786	52	4	3546	84	1	5148	174	53	0098
33	0	6	57	2019	14	30	2143	23	21	2381	35	0	2800	52	22	3564	84	29	5174	175	54	0149
	10	7	0	2029	14	35	2154	23	30	239	35	12	2814	52	40	3582	84	58	5200	176	55	0200
	20	7	3	2039	14	40	2165	23	38	240	35	2	2828	52	58	3600	85	26	5226	177	56	0252
	30	7	5	2049	14	45	2176	23	46	2417	35	3	2843	53	16	3618	85	55	5252	178	57	0303
	40	7	8	2060	14	49	2186	23	54	2425	35	47	2857	53	34	3636	86	26	5278	179	58	0354
	50	7	10	2070	14	54	2197	24	2	2441	35	55	2871	53	50	3654	86	52	5305	180	57	0405
34	0	7	13	2080	14	59	2208	24	10	2454	36	11	2885	54	10	3672	87	24	5331	181	56	0457
	10	7	15	2090	15	4	2219	24	18	2466	36	23	2890	54	28	3690	87	52	5357	182	57	0509
	20	7	18	2000	15	9	2230	24	26	2478	36	35	2903	54	46	3708	88	2	5383	183	59	10559
	30	7	20	2111	15	14	2240	24	34	2490	36	47	2917	55	4	3726	88	30	5409	184	59	10610
	40	7	22	2121	15	20	2251	24	42	2502	36	56	2932	55	22	3744	89	20	5435	185	58	10662
	50	7	24	2131	15	25	2262	24	50	2514	37	12	2946	55	41	3762	89	49	5461	187	0	10713
35	0	7	26	2141	15	29	2273	24	59	2526	37	24	2970	55	59	3780	90	19	5488	188	2	10764
	10	7	29	2151	15	34	2284	25	7	2538	37	36	2984	56	17	3798	90	48	5514	189	5	10815
	20	7	31	2162	15	39	2295	25	15	2550	37	48	3098	56	35	3816	91	18	5540	140	4	0867
	30	7	34	2172	15	44	2305	25	23	2562	38	0	3011	56	54	3834	91	48	5566	91	6	10918

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |



| | | |

TABLE DE QUELQUES ESTOILES POUR LE SIECLE PROCHAIN.

Le nom des Estoiles.	*Ascension droite.* D.	M.	Sec.	*Declinaison.* D.	M.	Sec.		*Grandeur.*
La teste d'Andromede.	358	14	8	27	27	26	Nord	2
La ceinture d'Andromede.	13	11	20	34	2	40	N.	2
Fomahant du Verseau.	340	11	0	31	8	10	Sud.	1
L'Aigle.	94	2	47	8	1	20	N.	2
La claire du Belier.	227	35	58	22	1	30	N.	3
Capella.	73	35	56	45	40	0	N	1
Arcture.	210	33	2	20	48	2	N.	1
Le grand Chien Syrius.	97	57	6	16	18	6	Sud.	1
Le petit Chien Procyon.	110	54	33	5	59	2	N.	2
La premiere corne du Capricorne.	300	24	34	13	22	6	Sud.	3
La corne d'en-bas du Capricorne.	301	7	29	15	38	2	Sud.	3
Schedir de la Cassiopée.	5	56	0	54	55	16	Nord.	3
La jointure de la Cassiopée.	9	45	58	59	7	36	Nord.	3
Le genoux de la Cassiopée.	16	36	0	58	40	22	Nord.	3
La machoire de la Baleine.	41	38	7	2	53	50	Nord.	2
La Couronne du Nord.	230	39	0	27	45	20	Nord	2
La queuë du Cigne.	307	47	17	44	14	52	N.	2
Le lumeau plus au Nord.	108	50	46	32	30	26	N.	2
Le lumeau plus au Sud.	111	43	36	28	43	2	N.	2
Le cœur de l'Hydre.	138	12	22	7	21	30	Sud.	1
Le cœur du Lion.	148	4	15	13	25	16	N.	1
La queuë du Lion.	175	25	34	16	14	4	N.	1
Le plat plus au Nord de la Balance,	225	15	26	8	14	46	Sud.	2
La Lyre.	276	39	32	38	32	16	N.	1
Le pied d'Orion Rigel.	75	2	50	8	33	42	S.	1
L'épaule d'Orion la plus à l'Oüest.	84	43	4	7	18	20	N.	2
Marchab de Pegase.	342	28	10	13	35	58	N.	2
La teste de Meduse.	42	12	42	39	46	30	N.	3
Le cœur du Scorpion Antares.	242	47	28	25	39	54	S.	1
Aldebaran du Taureau.	64	41	35	15	52	10	N.	1
L'épy de la Vierge.	197	22	55	9	33	30	N.	1
Le bout de la queuë de la grande Ourse.	203	53	50	50	50	56	N.	2
La premiere de la queuë.	190	7	56	57	36	58	N.	2
L'estoile du Nord.	9	52	10	87	42	51	N.	2
La Claire des gardes.	222	39	20	75	37	30	N.	2

TABLE DE CENT ANNE'ES,

Pour sçavoir de quelle Table de declinaison du Soleil il se faut servir chaque année, à commencer au premier jour du mois de Mars.

An. Chr.	Tab.	An. Chr.	Tab.	An. Chr.	Tab.	An. Chr.	Tab.
1673	2	1705	5	1737	4	1769	3
1674	3	1706	6	1738	5	1770	4
1675	4	1707	7	1739	6	1771	5
B 1676	1	B. 1708	4	B. 1740	3	B. 1772	6
1677	2	1709	5	1741	4	1773	3
1678	3	1710	6	1742	5	1774	4
1679	4	1711	7	1743	6	1775	5
B. 1680	1	B. 1712	4	B. 1744	3	B. 1776	2
1681	2	1713	5	1745	4	1777	3
1682	3	1714	6	1746	5	1778	4
1683	4	1715	7	1747	6	1779	5
B. 1684	1	B. 1716	4	B. 1748	3	B. 1740	2
1685	1	1717	5	1749	4	1781	3
1686	2	1718	5	1750	5	1782	4
1687	3	1719	6	1751	6	1783	5
B. 1688	8	B. 1720	7	B. 1752	2	B. 1784	1
1689	1	1721	4	1753	3	1785	2
1690	2	1722	5	1754	4	1786	3
1691	3	1723	6	1755	5	1787	4
B. 1692	8	B. 1724	3	B. 1756	2	B. 1788	1
1693	1	1725	4	1757	3	1789	2
1694	2	1726	5	1758	4	1790	3
1695	3	1727	6	1759	5	1791	4
B. 1696	8	B. 1728	3	B. 1760	2	B. 1792	1
1697	1	1729	4	1761	3	1793	2
1698	2	1730	5	1762	4	1794	3
1699	3	1731	6	1763	5	1795	4
B. 1700	4	B. 1732	3	B 1764	2	B. 1796	1
1701	5	1733	4	1765	3	1797	2
1702	6	1734	5	1766	4	1798	3
1703	7	1735	6	1767	5	1799	4
B. 1704	4	B 1736	3	B. 1768	2	B 1800	5

TABLE DE LA DECLINAISON DV SOLEIL POVR LE MERIDIEN DE ROME.

Premiere Table.

Les jour des mois	Mars. Sud. Degré	Avril. Nord. Degré	May. Nord. Degré.	Iuin. Nord. Degré	Iuillet. Nord. Degré.	Aoust. Nord. Degré.	Sept. Nord Degré.	Octob. Sud Degré.	Nov. Sud. Degré	Decem. Sud. Degré.	Janvie. Sud. Degré	Fevrier Sud. Degré.
1	7 9 4	4 59	15 25 22 13	23 7	17 53 8	2	3 31	14 46	22 1	22 59	16 51
2	6 46	5 22	15 43 22 21	23 2 17	37 7	40	3 54	15 5	22 10	22 53	16 34
3	6 23	5 45	16 0 22 28	22 57	17 22 7	18	4 18	15 24	22 18	22 47	16 16
4	5 59	6 8	16 17 22 35	22 52	17 5	6 55	4 41	15 42	22 26	22 40	15 58
5	5 36	6 30	16 34 22 42	22 46	16 49	6 33	5 4	16 1	22 34	22 33	15 39
6	5 13	6 53	16 51 22 48	22 40	16 33	6 11	5 27	16 19	22 41	22 26	15 21
7	4 49	7 15	17 7 22 53	22 34	16 16	5 48	5 50	16 36	22 47	22 18	15 2
8	4 26	7 38	17 23 22 59	22 27	15 59	5 25	6 13	16 54	22 53	22 10	14 43
9	4 2	8 0	17 39 23 3	22 19	15 41	5 3	6 36	17 11	22 59	22 1	14 23
10	3 39	8 22	17 55 23 8	22 12	15 23	4 40	6 59	17 28	23 4	21 52	14 4
11	3 15	8 44	18 10 23 12	22 4	15 16	4 17	7 22	17 44	23 9	21 42	13 44
12	2 52	9 6	18 25 23 16	21 55	14 47	3 54	7 44	18 0	23 13	21 32	13 24
13	2 28	9 27	18 40 23 19	21 46	14 29	3 31	8 7	18 16	23 17	21 22	13 3
14	2 4	9 49	18 54 23 22	21 37	14 10	3 7	8 29	18 32	23 20	21 11	12 43
15	1 41	10 10	19 8 23 24	21 28	13 52	2 44	8 52	18 47	23 23	21 0	12 22
16	1 17	10 31	19 22 23 26	21 18	13 33	2 21	9 14	19 2	23 25	20 48	12 1
17	0 53	10 52	19 35 23 28	21 8	13 15	1 58	9 36	19 17	23 27	20 36	11 40
18	0 30	11 13	19 48 23 29	20 57	12 54	1 34	9 58	19 31	23 29	20 23	11 19
19	0 6	11 34	20 1 23 30	20 46	12 34	1 11	10 20	19 45	23 29	20 11	10 57
	Nord.											
20	0 18	11 54	20 13 23 30	20 35	12 14	0 47	10 41	19 58	23 30	19 57	10 35
21	0 42	12 14	20 25 23 30	20 23	11 54	0 24	11 3	20 11	23 30	19 44	10 14
22	1 5	12 34	20 37 23 29	20 11	11 34	0 1	11 24	20 24	23 29	19 30	9 52
						Sud.						
24	1 29	12 54	20 48 23 29	19 59	11 13	0 23	11 45	20 37	23 29	19 15	9 30
26	1 52	13 14	20 59 23 27	19 46	10 53	0 47	12 6	20 49	23 27	19 1	9 7
25	2 16	13 33	21 10 23 26	19 33	10 32	1 10	12 27	21 0	23 25	18 46	8 45
26	2 39	13 52	21 20 23 23	19 19	10 11	1 34	13 47	21 11	23 23	18 30	8 22
27	3 3	14 11	21 30 23 21	19 6	9 50	1 57	13 8	21 22	23 20	18 15	8 0
28	3 26	14 30	21 39 23 18	18 52	9 29	2 20	13 28	21 33	23 17	17 59	7 37
29	3 50	14 49	21 48 23 15	18 38	9 7	2 44	13 48	21 43	23 13	17 42	7 44
30	4 13	15 7	21 57 23 11	18 23	8 46	3 7	14 7	21 52	23 9	17 26		
31	4 36		22 6		18 8	8	24		14 27		23 4	17 9	

TABLE DE LA DECLINAISON DU SOLEIL POUR LE MERIDIEN DE ROME.

Seconde Table.

Les jours des mois	Mars Sud. Degré		Avril. Nord. Degré		May. Nord. Degré		Juin. Nord. Degré		Iuillet. Nord. Degré		Aoust. Nord. Degré.		Sept. Nord Degr		Octob. Sud. Degré.		Nov. Sud. Degré.		Decemb Sud Degré		anvier Sud. Degré.		Février Sud. Degré.	
1	7	14	4	53	15	21	22	12	23	8	17	57	8	7	3	25	14	42	21	59	23	0	16	56
2	6	51	5	16	15	38	22	19	23	3	17	42	7	45	3	49	15	0	22	8	22	54	16	38
3	6	28	5	39	15	56	22	27	22	59	17	25	7	23	4	12	15	19	22	16	22	49	16	20
4	6	5	6	2	16	13	22	34	22	53	17	9	7	1	4	35	15	38	22	24	22	42	16	2
5	5	42	6	25	16	30	22	40	22	48	16	53	6	39	4	58	15	56	22	32	22	35	15	44
6	5	18	6	47	16	47	22	46	22	42	16	37	6	16	5	22	16	14	22	39	22	28	15	25
7	4	55	7	10	17	3	22	52	22	35	16	20	5	54	5	45	16	32	22	46	22	20	15	6
8	4	32	7	32	17	20	22	57	22	28	16	3	5	31	6	8	16	49	22	52	22	12	14	47
9	4	8	7	55	17	35	23	2	22	21	15	45	5	8	6	31	17	7	22	57	22	3	14	28
10	3	45	8	17	17	51	23	7	22	14	15	28	4	45	6	53	17	24	23	3	21	54	14	8
11	3	21	8	39	18	6	23	11	22	6	15	10	4	22	7	16	17	40	23	8	21	45	13	48
12	2	57	9	0	18	21	23	15	21	57	14	52	3	59	7	39	17	56	23	12	21	35	13	28
13	2	34	9	22	18	36	23	18	21	49	14	34	3	36	8	1	18	12	23	16	21	24	13	8
14	2	10	9	44	18	50	23	21	21	40	14	15	3	13	8	24	18	28	23	19	21	14	12	48
15	1	46	10	5	19	5	23	24	21	30	13	56	2	50	8	46	18	43	23	22	21	2	12	27
16	1	23	10	26	19	18	23	26	21	20	13	37	2	27	9	8	18	58	23	25	20	51	12	6
17	0	59	10	47	19	32	23	27	21	10	13	18	2	3	9	31	19	13	23	27	20	39	11	45
18	0	35	11	8	19	45	23	29	20	59	12	59	1	40	9	52	19	27	23	28	20	26	11	24
19	0	12	11	29	19	58	23	29	20	49	12	39	1	17	10	14	19	41	23	29	20	14	11	2
	Nord.																							
20	0	12	11	49	20	10	23	30	20	37	12	19	0	53	10	36	19	55	23	30	20	1	10	41
21	0	36	12	9	20	22	23	30	20	26	11	59	0	30	10	57	20	8	23	30	19	47	10	19
22	0	59	12	30	20	34	23	30	20	14	11	39	0	6	11	19	20	21	23	30	19	33	9	57
														Sud										
23	1	23	12	49	20	45	23	29	20	2	11	18	0	17	11	40	20	34	23	29	19	19	9	35
24	1	47	13	9	20	56	23	28	19	49	10	58	0	41	12	1	20	46	23	27	19	4	9	13
25	2	10	13	29	21	7	23	26	19	36	10	37	1	4	12	22	20	57	23	26	18	49	8	50
26	2	34	13	48	21	17	23	24	19	23	10	16	1	28	12	42	21	9	23	23	18	34	8	28
27	2	57	14	7	21	27	23	22	19	9	19	55	1	51	13	3	21	20	23	21	18	18	8	5
28	3	21	14	26	21	37	23	19	18	55	19	34	2	15	13	23	21	30	23	18	18	3	7	42
29	3	44	14	44	21	46	23	16	18	41	19	12	2	38	13	43	21	40	23	14	17	46	7	20
30	4	7	15	2	21	55	23	12	18	26	18	51	3	2	14	3	21	50	23	10	17	30		
31	4	30			22	4			18	12	18	29			14	22			23	5	17	13		

TABLE DE LA DECLINAISON DU SOLEIL POUR LE MERIDIEN DE ROME

Troiſéme Table.

Les jours des mois	Mars. Sud. Degré	Avril. Nord Degré.	May. Nord. Degré.	Iuin. Nord. Degré.	Iuillet. Nord. Degré	Aouſt. Nord. Degré.	Sept Nord. Degré	Octob Sud. Degré	Nov. Sud. Degré	Decét Sud. Degré	Ianvier ud. Degré	Février Sud. Degré.
1	7 20	4 48	15 16	22 10	23 9	18 08	12 3	19	14 37	22 57	23 1	17 0
2	6 57	5 11	15 34	22 17	23 5	17 45	7 51	3 43	14 56	22 6	22 56	16 43
3	6 34	5 34	15 52	22 25	23 0	17 29	7 28	4 6	15 15	22 14	22 50	16 25
4	6 11	5 57	16 9	22 32	22 55	17 13	7 6	4 30	15 33	22 22	22 44	16 7
5	5 47	6 19	16 26	22 39	22 49	16 57	6 44	4 53	15 52	22 30	22 37	15 49
6	5 24	6 42	16 43	22 45	22 43	16 41	6 22	5 16	16 10	22 37	22 30	15 31
7	5 17	5 16	59	22 51	22 37	16 24	5 59	5 39	16 28	22 44	22 22	15 12
8	4 37	7 27	17 16	22 56	22 30	16 7	5 36	6 2	16 45	22 50	22 14	14 53
9	4 14	7 49	17 32	23 1	22 23	15 50	5 14	6 25	17 3	22 56	22 6	14 34
10	3 50	8 11	17 47	23 6	22 16	15 32	4 51	6 48	17 19	23 2	22 57	14 14
11	3 27	8 33	18 3	23 10	22 8	15 14	4 28	7 11	17 36	23 6	21 47	13 54
12	3 3	8 55	18 18	23 14	21 59	14 56	4 5	7 33	17 53	3 11	21 37	13 34
13	2 40	9 17	18 33	23 17	21 51	14 38	3 42	7 56	18 9	23 15	21 27	13 14
14	2 16	9 38	18 47	23 20	21 42	14 20	3 19	8 18	18 24	23 18	21 16	12 54
15	1 52	10 0	19 1	23 23	21 32	14 1	2 55	8 41	18 40	3 22	21 5	12 33
16	1 28	10 21	19 15	23 25	21 25	13 41	2 32	9 3	18 55	23 24	20 54	12 12
17	1 5	10 42	19 29	23 27	21 13	13 23	2 9	9 25	19 10	23 26	20 42	11 51
18	0 41	11 3	19 42	23 28	21 2	13 3	1 46	9 47	19 24	23 28	20 30	11 30
19	0 17	11 24	19 55	23 29	20 51	12 44	1 22	0 9	19 38	23 29	20 17	11 9
	Nord											
20	0 6	11 44	20 7	23 30	20 40	12 24	0 59	10 31	19 52	23 30	20 4	10 47
21	0 30	12 5	20 19	23 30	20 29	12 4	0 35	10 52	20 5	23 30	19 51	10 25
22	0 54	12 25	20 31	23 30	20 17	11 44	0 12	11 14	20 18	23 30	19 37	10 3
								Sud.				
23	1 17	12 45	20 43	23 29	20 5	11 23	0 12	11 35	20 31	23 29	19 23	9 41
24	1 41	13 4	20 54	23 28	19 52	11 3	0 35	11 56	20 43	23 28	19 8	9 19
25	2 5	13 24	21 5	23 26	19 39	10 42	0 59	12 17	20 55	23 26	18 53	8 56
26	2 28	13 43	21 15	23 23	19 26	10 21	1 22	12 37	21 6	23 24	18 38	8 34
27	2 52	14 2	21 25	23 19	19 12	10 01	1 46	12 58	21 17	23 21	18 22	8 11
28	3 15	14 22	21 35	23 14	18 59	9 39	2 9	13 18	21 28	23 18	18 7	7 48
29	3 38	14 40	21 44	23 16	18 44	9 18	2 33	13 38	21 38	23 15	17 50	7 26
30	4 2	14 58	21 53	23 13	18 30	8 56	2 56	13 58	21 48	23 11	17 34	
31	4 25		22 1		18 15	8 34		14 17		23 6	17 17	

TABLE DE LA DECLINAISON DU SOLEIL POUR LE MERIDIEN DE ROME.

Quatriéme Table

Les jours des mois	Mars. Sud. Degré.	Avril. Nord. Degré.	May. Nord. Degré.	Iuin. Nord. Degré.	Iuillet. Nord. Degré.	Aouſt. Nord. Degré.	Sept. Nord. Degré.	Octob Sud. Degré.	Nov. Sud. Degré.	Decéb Sud. Degré.	Iauvier Sud. Degré.	Février Sud. Degré.
1	7 26	4 22	15 12 22	7 23 10	18 5 8	19 3 13	14 31 21	54 23 3	17 4			
2	7 35	5 5	15 29 22	15 23 6	17 49 7	57 3 37	14 51 22	3 22 57	16 47			
3	6 40	5 28	15 47 22	23 23 1	17 34 7	35 4 0	15 10 22	12 22 52	16 29			
4	6 17	5 51	16 4 22	30 22 56	17 18 7	13 4 23	15 29 22	20 22 45	16 12			
5	6 54	6 13	16 21 22	37 22 51	17 2 6	51 4 47	15 47 22	28 22 39	15 53			
6	5 31	6 36	16 38 22	43 22 45	16 45 6	28 5 10	16 5 22	35 22 32	15 35			
7	5 7	6 58	13 55 22	49 22 39	16 29 6	6 5 33	16 23 22	42 22 24	15 16			
8	4 44	7 21	17 11 22	55 22 32	16 12 5	43 5 56	16 41 22	49 22 16	14 57			
9	4 20	7 43	17 27 23	0 22 25	15 54 5	20 6 19	16 58 22	55 22 2	14 38			
10	3 57	7 5	17 43 23	5 22 18	15 37 4	57 6 42	17 15 23	0 21 59	14 18			
11	3 33	8 27	17 59 23	9 22 10	15 19 4	34 7 5	17 32 23	5 21 50	13 59			
12	3 10	8 49	18 14 23	13 22 2	15 1 4	11 7 27	17 48 23	10 21 40	13 39			
13	2 46	9 11	18 29 23	17 21 53	14 43 3	48 7 50	18 4 23	14 21 30	13 19			
14	2 23	9 32	18 43 23	20 21 44	14 25 3	25 8 12	18 20 23	18 21 19	12 58			
15	1 59	9 54	18 57 23	22 21 35	14 6 3	2 8 35	18 36 23	21 21 8	12 38			
16	1 35	10 15	19 11 23	24 21 25	13 47 2	39 8 57	18 51 23	24 20 57	12 17			
17	1 11	10 36	19 25 23	26 21 15	13 28 2	15 9 19	19 6 23	26 20 45	11 56			
18	0 47	10 57	19 38 23	28 21 5	13 9 1	52 9 41	19 20 23	28 20 33	11 35			
19	0 24	11 18	19 51 23	29 20 54	12 49 1	29 10 3	19 34 23	29 20 20	11 13			
	Nord.											
20	0 0	11 39	20 3 23	30 20 43	12 29 1	5 10 25	19 48 23	30 20 7	10 52			
21	0 24	11 59	20 16 23	30 20 32	12 9 0	42 10 46	20 1 23	30 19 54	10 30			
22	0 47	12 19	20 28 23	30 20 20	11 49 0	18 11 8	20 14 23	30 19 40	10 8			
						Sud.						
23	1 11	12 39	20 39 23	29 20 8	11 29 0	5 11 29	20 27 23	30 19 26	9 46			
24	1 34	12 59	20 51 23	28 19 56	11 8 0	29 11 50	20 39 23	29 19 12	9 24			
25	1 58	13 19	21 1 23	27 19 43	10 47 0	52 12 11	20 51 23	27 18 57	9 2			
26	2 21	13 38	21 12 23	25 19 30	10 26 1	16 12 31	21 3 23	25 18 42	8 39			
27	2 45	13 57	21 22 23	23 19 16	10 5 1	38 12 52	21 14 23	23 18 27	8 17			
28	3 8	14 16	21 32 23	20 19 3	9 44 2	3 13 12	21 25 23	20 18 11	7 54			
29	3 32	14 35	21 41 23	17 18 49	9 23 2	27 13 32	21 35 23	17 17 55	7 31			
30	3 55	14 53	21 50 23	14 18 34	9 2 2	50 13 52	21 45 23	13 17 38				
31	4 19		21 59	18 19	8 40		14 12	23 8	17 22			

TABLE DE LA DECLINAISON DV SOLEIL POVR LE MERIDIEN DE ROME.

Cinquiéme Table.

Les jours des mois	Mars. Sud Degré	Avril. Nord. Degré	May. Nord. Degré.	Iuin. Nord. Degré	Iuillet. Nord. Degré.	Aoust. Nord. Degré.	Sept. Nord Degré	Octob. Sud. Degré.	Nov. Sud. Degré	Decem Sud. Degré.	Janvier Sud. Degré	Fevrier Sud. Degré.
1	7 31	4 36	15 7 22	6	23 11	18 8	24 3	7	14 27	21 52	23 4	17 9
2	7 9	4 59	15 25 22	13	23 7	17 53	8 23	3	31	14 46	22 1	22 59	16 51
3	6 46	5 22	15 43 22	21	23 2	17 37	7 40	3	54	15 5	22 10	22 53	16 34
4	6 23	5 45	16 0 22	28	22 57	17 22	7 18	4	18	15 24	22 18	22 47	16 16
5	5 59	6 8	16 17 22	35	22 52	17 5	6 55	4	41	15 42	22 26	22 40	15 58
6	5 36	6 30	16 34 22	42	22 46	16 49	6 33	5	4	16 1	22 34	22 33	15 39
7	5 13	6 53	16 51 22	48	22 40	16 33	6 11	5	27	16 19	22 41	22 26	15 21
4	4 49	7 15	17 7 22	53	22 34	16 16	5 48	5	50	16 36	22 47	22 18	15 2
9	4 26	7 38	17 23 23	59	22 27	15 59	5 25	6	13	16 54	22 53	22 10	14 43
10	4 2	8 0	17 39 23	3	22 19	15 41	5 3	6	36	17 11	22 59	22 1	14 23
11	3 38	8 22	17 55 23	8	22 12	15 23	4 40	6	59	17 28	23 4	21 52	14 4
12	3 15	8 44	18 10 23	12	22 4	15 6	4 17	7	22	17 44	23 9	21 42	13 44
13	2 52	9 6	18 25 23	16	21 55	14 47	3 54	7	44	18 0	23 13	21 32	13 24
14	2 28	9 27	18 40 23	19	21 46	14 29	3 31	8	7	18 16	23 17	21 22	13 3
15	2 4	9 49	18 54 23	22	21 37	14 10	3 7	8	29	18 32	23 20	21 11	12 43
16	1 41	10 10	19 8	23 24	21 28	13 52	2 44	8	52	18 47	23 23	21 0	12 22
17	1 17	10 31	19 22	23 26	21 18	13 33	2 19	9	14	19 2	23 25	20 48	12 1
18	0 53	10 52	19 35	23 28	21 8	13 13	1 58	9	36	19 17	23 27	20 36	11 40
19	0 39	11 13	19 48	23 29	20 57	12 54	1 34	9	58	19 31	23 29	20 23	11 19
20	0 6	11 34	20 1	23 30	20 46	12 34	1 11	10	20	19 45	23 29	20 11	10 57
	Nord.											
21	0 18	11 54	20 13	23 30	20 35	12 14	0 47	10	41	19 58	23 30	19 57	10 35
22	0 42	12 14	20 25	23 30	20 23	11 54	0 24	11	3	20 11	23 30	19 44	10 14
							Sud.					
24	1 5	12 34	20 37	23 29	20 11	11 34	0 1	11	24	20 24	23 29	19 30	9 52
26	1 29	12 54	20 48	23 29	19 59	11 13	0 23	11	45	20 37	23 29	19 15	9 30
25	1 52	13 14	20 59	23 27	19 46	10 53	0 47	12	6	20 49	23 27	19 1	9 7
26	2 16	13 33	21 10	23 26	19 33	10 32	1 10	12	27	21 0	23 25	18 46	8 45
27	2 39	13 52	21 20	23 23	19 19	10 11	1 34	12	47	21 11	23 23	18 30	8 22
28	3 3	14 11	21 30	23 21	19 6	9 50	1 57	13	8	21 22	23 20	18 15	8 0
29	3 26	14 30	21 39	23 18	18 52	9 29	2 20	13	28	21 33	23 17	17 59	7 37
30	3 50	14 49	21 48	23 15	18 38	9 7	2 44	13	48	21 43	23 13	17 42	
31	4 13		21 57		18 23	8 46		14	7		23 9	17 26	

TABLE DE LA DECLINAISON DU SOLEIL POUR LE MERIDIEN DE ROME.

Sixiéme Table.

Le jour de, et	Mars Sud. Degré	Avril Nord. Degré	May. Nord. Degré	Juin. Nord. Degré	Juillet. Nord. Degré	Août. Nord. Degré	Sept. Nord Degré	Octob. Sud. Degré	Nov. Sud. Degré	Decéb Sud. Degré	Janvier Sud. Degré	Février Sud. Degré
1	7 37	4 30	15 2	22 4	23 12	18 12 8	29 3	4	14 22	21 50	23 5	17 13
2	7 14	4 53	15 21	22 12	23 8	17 57 8	7 3	25	14 42	21 59	23 0	16 56
3	6 51	5 16	15 38	22 19	23 3	17 42 7	45 3	49	15 0	22 8	22 54	16 38
4	6 28	5 39	15 56	22 27	22 58	17 25 7	23 4	12	15 19	22 16	22 49	16 20
5	6 5	6 2	16 13	22 34	22 53	17 9 7	1 4	35	15 38	22 24	22 42	16 2
6	5 42	6 25	16 30	22 40	22 48	16 53 6	39 4	58	15 56	22 32	22 35	15 44
7	5 18	6 47	16 47	22 46	22 42	16 37	6 16 5	22	16 14	22 39	22 28	15 25
8	4 55	7 10	17 3	22 52	22 35	16 20	5 54 5	45	16 32	22 46	22 20	15 6
9	4 32	7 32	17 20	22 57	22 28	16 3	5 31 6	8	16 49	22 52	22 12	14 47
10	4 8	7 55	17 35	23 2	22 21	15 45	5 8 6	31	17 7	22 57	22 3	14 28
11	3 45	8 17	17 51	23 7	22 14	15 28	4 45 6	53	17 24	23 3	21 54	14 8
12	3 21	8 39	18 6	23 11	22 6	15 10	4 22 7	16	17 40	23 8	21 45	13 48
13	2 57	9 0	18 21	23 15	21 57	14 52	3 59 7	39	17 56	23 12	21 35	13 28
14	2 34	9 22	18 36	23 18	21 49	14 34	3 36 8	1	18 12	23 16	21 24	13 8
15	2 10	9 44	18 50	23 21	21 40	14 15	3 13 8	24	18 28	23 19	21 14	12 48
16	1 46	10 5	19 5	23 24	21 30	13 56	2 50 8	46	18 43	23 22	21 2	12 27
17	1 23	10 26	19 18	23 26	21 20	13 37	2 27 9	8	18 58	23 25	20 51	12 6
18	0 59	10 47	19 32	23 27	21 10	13 18	2 3 9	31	19 13	23 27	20 39	11 45
19	0 35	11 8	19 45	23 29	20 59	12 59	1 40 9	52	19 27	23 28	20 26	11 24
20	0 12	11 29	19 58	23 29	20 49	12 39	1 17 10	14	19 41	23 29	20 14	11 2
	Nord.											
21	0 12	11 49	20 10	23 30	20 37	12 19	0 53 10	36	19 55	23 30	20	10 41
22	0 36	12 9	20 22	23 30	20 26	11 59	0 30 10	57	20 8	23 30	19 47	10 19
23	0 59	12 30	20 34	23 30	20 14	11 39	0 6 11	19	20 21	23 30	19 33	9 57
							Sud					
24	1 23	12 49	20 45	23 29	20 2	11 18	0 18 11	40	20 34	23 29	19 19	9 35
25	1 47	13 9	20 56	23 28	19 49	10 58	0 41 12	1	20 46	23 27	19 4	9 13
26	2 10	13 29	21 7	23 26	19 36	10 37	1 4 12	22	20 57	23 26	18 49	8 50
27	2 34	13 48	21 17	23 24	19 23	10 16	1 28 12	42	21 9	23 23	18 34	8 28
28	2 57	14 7	21 27	23 22	19 9	9 55	1 51 13	3	21 20	23 21	18 18	8 5
29	3 21	14 26	21 37	23 19	18 55	9 34	2 15 13	23	21 30	23 18	18 3	7 42
30	3 44	14 44	21 46	23 16	18 41	9 12	2 38 13	43	21 40	23 14	17 46	
31	4 7		21 55		18 26	8 51		14 3		23 10	17 30	

TABLE DE LA DECLINAISON DU SOLEIL POUR LE MERIDIEN DE ROME

Septiéme Table.

Les jours des mois	Mars. Sud. Degré	Avril. Nord Degré.	May. Nord. Degré	Juin. Nord. Degré.	Iuillet Nord. Degré	Aoust. Nord. Degré.	Sept. Nord. Degré	Octob. Sud. Degré	Nov. Sud. Degré	Decem. Sud. Degré	Ianvier Sud. Degré	Février Sud. Degré
1	7 42	5 25	14 58	22 — 123 13		18 15 8	34	2 56	14 17	21 48	13 6	17 17
2	7 20	4 48	15 16	22 10 23 9		18 08	12 3	19	14 37	22 57	13 1	17 0
3	6 57	5 11	15 34	22 17 23 5		17 457	51 3	43	14 56	22 6	12 56	16 43
4	6 34	5 34	15 52	22 22 23 0		17 29.7	28 4	6	15 15	22 14	21 50	16 25
5	6 11	5 57	16 9	22 32 22 55		17 13 7	6 4	30	15 33	22 22	12 44	16 7
6	5 47	6 19	16 26	12 39 22 49		16 57 6	44 4	53	15 52	22 30	22 37	15 49
7	5 24	6 42	16 43	22 45 22 43		16 41 6	22 5	16	16 10	22 37	22 30	15 31
8	5 17	5	16 59	22 51 22 37		16 24 5	59 5	39	16 28	22 44	22 22	15 12
9	4 37	7. 27	17 16	22 56 22 30		16 7 5	36 6	2	16 45	22 50	22 14	14 53
10	4 14	7 49	17 32	23 1 22 23		15 50 5	14 6	25	17 3	22 55	22 6	14 34
11	3 50	8 11	17 47	23 6 22 16		15 32 4	51 6	48	17 19	23 2	22 57	14 14
12	3 27	8 33	18 3	23 10 22 8		15 14 4	28 7	11	17 36	23 6	21 47	13 54
13	3 3	8 55	18 18	23 14 21 59		14 56 4	5 7	33	17 53	23 11	21 37	13 34
14	2 40	9 17	18 33	23 17 21 51		14 38 3	42 7	56	18 9	23 15	21 27	13 14
15	2 16	9 38	18 47	23 20 21 42		14 20 3	19 8	18	18 24	23 18	21 16	12 54
16	1 52	10 0	19 1	23 23 21 32		14 1 2	55 8	41	18 40	23 22	21 5	12 33
17	1 28	10 21	19 15	23 25 21 23		13 42 2	32 9	3	18 55	23 24	20 54	12 12
18	1 5	10 42	19 29	23 27 21 13		13 23 2	9 9	25	19 10	23 26	20 42	11 51
19	0 41	11 3	19 42	23 28 21 3		13 3 1	46 9	47	19 24	23 28	20 30	11 30
20	0 17	11 24	19 55	23 29 20 51		12 44 1	22 10	9	19 38	23 29	20 17	11 9
	Nord											
21	0 6	11 44	20 7	23 30 20 40		12 24 0	59 10	31	19 52	23 30	20 4	10 47
22	0 30	12 5	20 19	23 30 20 29		12 4 0	35 10	52	20 5	23 30	19 51	10 25
23	0 54	12 25	20 31	23 30 20 17		11 44 0	12 11	14	20 18	23 30	19 37	10 3
							Sud.					
24	1 17	12 45	20 43	23 29 20 5		11 23 0	12 11	35	20 31	23 29	19 23	9 41
25	1 41	13 4	20 54	23 28 19 52		11 3 0	35 11	56	20 43	23 28	19 8	9 19
26	2 5	13 24	21 5	23 26 19 39		10 42 0	59 12	17	20 55	23 26	18 53	8 56
27	2 28	13 43	21 15	23 25 19 26		10 21 1	22 12	37	21 6	23 24	18 38	8 34
28	2 52	14 2	21 25	23 22 19 12		1 0 1	46 12	58	21 17	23 21	18 22	8 11
29	3 15	14 22	21 35	23 20 18 59		90 39 2	9 13	18	21 28	23 18	18 7	7 48
30	3 38	14 40	21 44	23 16 18 44		9 18 2	32 13	38	21 38	23 15	17 50	
31	4 2		21 53			18 30	8 56			23 11	17 34	

TABLE DE LA DECLINAISON DU SOLEIL POUR LE MERIDIEN DE ROME.

Huitiéme Table.

Les jours du mois.	Mars. Sud. Degré	Min.	Avril. Nord. Degré	Min.	May. Nord. Degré	Min.	Iuin. Nord. Degré	Min.	Iuillet. Nord. Degré	Min.	Aoust. Nord. Degré	Min.	Sept. Nord. Degré	Min.	Octob Sud. Degré	Min.	Nov. Sud. Degré	Min.	Decéb Sud. Degré	Min.	Iauvier Sud. Degré	Min.	Février Sud. Degré	Min.
1	7	3	5	5	15	29	22	15	23	6	17	49	7	57	3	37	14	51	22	3	22	57	16	46
2	6	40	5	28	16	47	22	23	23	1	17	34	7	55	4	0	15	10	22	12	22	52	16	29
3	6	17	5	51	16	4	22	30	22	56	17	18	7	53	4	23	15	29	22	20	22	45	16	12
4	5	54	6	13	16	21	22	37	22	51	17	2	7	51	4	47	15	47	22	28	22	39	15	53
5	5	31	6	36	16	38	22	43	22	45	16	45	6	28	5	10	16	5	22	35	22	32	15	35
6	5	7	6	58	16	55	22	49	22	39	16	29	6	6	5	33	16	23	22	42	22	24	15	16
7	4	44	7	21	17	11	22	55	22	32	16	12	5	43	5	56	16	41	22	49	22	16	14	57
8	4	20	7	43	17	27	23	0	22	25	15	54	5	20	6	19	16	58	22	55	22	8	14	38
9	3	57	8	5	17	43	23	5	22	18	15	35	4	57	6	42	17	15	23	0	21	59	14	18
10	3	33	8	27	17	59	23	9	22	10	15	19	4	34	7	5	17	32	23	5	21	50	13	59
11	3	10	8	49	18	14	23	13	22	2	15	1	4	11	7	27	17	48	23	10	21	40	13	39
12	2	46	9	11	18	29	23	17	21	53	14	43	3	48	7	50	18	4	23	14	21	30	13	19
13	2	23	9	32	18	45	23	20	21	44	14	25	3	25	8	12	18	20	23	18	21	19	12	58
14	1	59	9	54	18	57	23	22	21	35	14	6	3	2	8	35	18	36	23	21	21	8	12	38
15	1	35	10	15	19	11	23	24	21	25	13	47	2	39	8	57	18	51	23	24	20	57	12	17
16	1	11	10	36	19	25	23	26	21	15	13	28	2	15	9	19	19	6	23	26	20	45	11	56
17	0	47	10	57	19	38	23	28	21	5	13	9	1	52	9	41	19	20	23	28	20	33	11	35
18	0	24	11	18	19	51	23	29	20	54	12	49	1	29	10	3	19	34	23	29	20	20	11	13
19	0	0	11	39	20	3	23	30	20	43	12	29	1	5	10	25	19	48	23	30	20	7	10	52
	Nord.																							
20	0	24	11	59	20	16	23	30	20	32	12	9	0	42	10	46	20	1	23	30	19	54	10	30
21	0	47	12	19	20	28	23	30	20	20	11	49	0	18	11	8	20	14	23	30	19	40	10	8
22	1	11	12	39	20	39	23	29	20	8	11	29	0	5	11	29	20	27	23	30	19	26	9	46
															Sud.									
23	1	34	12	59	20	51	23	28	19	56	11	8	0	29	11	50	20	39	23	29	19	12	9	24
24	1	58	13	19	21	3	23	27	19	43	10	47	0	52	12	11	20	51	23	27	18	57	9	2
25	2	21	13	38	21	14	23	25	19	30	10	26	1	16	12	31	21	3	23	25	18	42	8	39
26	2	45	13	57	21	22	23	23	19	16	10	5	1	39	12	52	21	14	23	23	18	27	8	17
27	3	8	14	16	21	32	23	20	19	3	9	44	2	3	13	12	21	25	23	20	18	11	7	54
28	3	32	14	35	21	41	23	17	18	49	9	23	2	27	13	32	21	35	23	17	17	55	7	31
29	3	55	14	53	1	50	22	14	18	34	9	2	2	50	13	52	21	45	23	13	17	38	7	9
30	4	19	15	11	21	59	23	10	18	19	8	40	3	13	14	12	21	54	23	8	17	22		
31	4	42			22	7			18	5	8	19			14	32			23	3	17	4		

TABLE DES MATIERES
contenuës dans ce Livre.

A.

Supputer l'Amplitude ortive, & en faire la Table par les Sinus, & par les Logarithmes, 111. 113
Correction de l'Amplitude ortive, à raison de la refraction, 114
Des Ancres, 28
Des Antennes, 7
De l'Arbaleste, 61
Graduation de l'Arbaleste, 62
Usage de l'Arbaleste, 63
De la demi-Arbaleste, 64

B.

De la Bousſole, & de ſon Inventeur, 87
Accidens qui peuvent gâter la Bousſole, & les remedes, 98
Conſtruction de la Bousſole, 88
Correction de la Bousſole, ſa variation eſtant connuë, 115
De la declinaiſon de la Bousſole, 100
Premiere façon d'obſerver la declinaiſon de la Bousſole, par le Soleil à midy. page 101
Seconde façon, par les eſtoiles au Meridien, 101
Troiſiéme façon, par l'eſtoile du Nord au Meridien, 102
Quatriéme façon, par l'eſtoile du Nord à l'Eſt ou à l'Oüeſt, 103
Cinquiéme façon, par toutes les eſtoiles qui ſont proche du Pole, 104. 105
Sixiéme façon, par le lever & le coucher du Soleil, 106
Septiéme façon, par deux hauteurs égales, 106
Huitiéme façon, par une ſeule hauteur du Soleil, ou des eſtoiles, 107
Neuviéme façon, par le Globe, 109
Dixiéme façon, par l'Aſtrolabe, 110
Onziéme façon, par un trait de Compas, 111
Douziéme façon, par l'Amplitude ortive ou occaſe, 114
Figure des fers de la Bousſole, 89
Diverſes formes de Bousſole, pour obſerver ſa declinaiſon, 91
Uſage de la Bousſole, 95
Divers uſages de l'aymant au lieu d'une Bousſole, 97
Bousſole qui ne decline point, 77

Cette feüille ſuit les Tables des chiffres.

Pourquoy ceux qui vont au levant de la Mediterranée, sont obligez de donner une Carte de vent à la gauche, 118

C.

DEs Cartes marines, 173
Leur difference d'avec les Geographiques, 173
Défaut des Cartes plates en general, 175
Des Cartes, par routes & distances, 177
Des Cartes reduites en general, 179
Carte des latitudes croissantes, 180
Façon de corriger les Cartes, 184
Usage des Cartes reduites, 182. 183
Le Centre de la terre est le lieu le plus bas du monde, 34
La terre est sensiblement au centre du Ciel, & elle n'est qu'un poinct à son égard, page 35
Plusieurs Cercles celestes se marquent sur les Cartes, & sur les Globes, page 44
Quels sont ces Cercles, 46
Du quard de Cercle, & de ses usages, 56. 57. 58
Erreur de la loxodromie prise pour un grand cercle, 166
Navigation circulaire par des Cartes convexes, 164
De la Navigation circulaire par trigonometrie, 164
Des Colures, 41
Des Cordes d'un Navire, leur office, & leur nom, 8
Des Courans de la Mer Mediterranée, 113
Des Courans de la Mer Oceane, 234
Des Courans periodiques, 235
Du Courant, qui va depuis les Poles jusqu'à la ligne, 236
Du Courant, qui va de l'Est à l'Oüest, 237
Du Courant qui va de l'Oüest à l'Est, 238

D.

DE la Declinaison du Soleil, 193
Le lieu du Soleil estant connû, trouver sa Declinaison, 194
Table de la Declinaison du Soleil, à la fin 37
Table de la Declinaison du Soleil pour chaque jour durant cent trente années, 38
Usage de cette Table, 196. 197

E.

DE l'Equateur, 38
Un Navire qui va Est & Oüest, estant sous la ligne, décrit l'équateur, 122
De l'Estime du chemin, 186

Premiere façon de faire une bonne Eſtime, 49
Seconde façon de faire une bonne Eſtime, 188
Methode des Anglois pour faire une bonne Eſtime, par un poudrier & une corde, page 189
Autre methode par une pendule, 186
Methode des Anciens, pour meſurer le chemin que fait un Navire, par des roues, page 191
Sixiéme façon de faire une bonne Eſtime, par une roue à vent, 191
Correction de l'Eſtime par la latitude dans une ſimple courſe, 191. 192
Correction de l'Eſtime dans une courſe compoſée, 217
220

F.

INvention pour naviger contre le courant d'un Fleuve, ſans voiles, ſans rames, & ſans tirer le Bateau, 30. 31
Faire paſſer les bateaux d'un Fleuve à un autre de different Niveau, 32
Du Flux & reflux de la mer en general, 240
Refutation de quelques opinions improbables touchant la cauſe du Flux & reflux de la mer, 240
Refutation de l'opinion de Ciſalpin & de Galilée, qui attribuëut le Flux & reflux de la mer au mouvement de la terre, 241
Refutation de l'opinion de Monſieur Deſcartes, 243
Refutation de l'opinion du R. P. Fabry, 247
Refutation de l'opinion de Voſſius, 250. 251
Refutation de l'opinion du P. Theodore Moret, 225, 253
La cauſe la plus probable du Flux & reflux de la mer, 254
Comme un Pilote ſe doit ſervir du Flux & reflux de la mer, 257
Catalogue de l'heure en laquelle arrive le flux de la mer, le jour de la nouvelle ou pleine Lune en pluſieurs Ports, 258

G.

GAleres, & ſignification de ce mot *biremis*, *triremis*, 2
La terre & la mer font un Globe, 33
Du Globe, & de ſon uſage pour naviger, 174
Du Gouvernail, 23

H.

OBſerver la Hauteur des Aſtres, 54
Principes pour obſerver la Hauteur, 55
Le cercle eſt le premier inſtrument pour prendre la Hauteur d'un Aſtre, 56
Erreur dans l'obſervation de la Hauteur, prenant le bord de la mer pour l'horiſon, page 77. 78
Methode de corriger cet erreur, & pour en ſupputer la Table, 81
Hauteur du Pole: *Voyez* latitude.

Ayant la hauteur du Pole & du Soleil avec sa declinaison, trouver l'heure, 224
De l'Horison sensible, 43
De l'Horison rationel, 44
Le changement du Zenith & de l'Horison fait changer l'élevation du Pole, & de l'équateur, 49

I.

DU Journal, 218. 229
Remarques de chaque heure, 227.

L.

DE la Latitude & élevation du Pole, 193
De la Largeur & Latitude de la terre, 47
De la Latitude d'un pays, 48
La Latitude est égale à l'élevation du Pole, 48
1. Trouver la Latitude par la hauteur du Soleil à midy, 198
2. Trouver la Latitude par la hauteur d'une estoile au meridien, 199
3. Trouver la Latitude par la hauteur d'une estoile, qui ne se couche point, 200
4. Trouver la hauteur du Pole par celle de l'estoile du Nord, 201
5. Table des rumbs de l'estoile polaire, & de ce qu'il faut ajoûter ou soustraire à sa hauteur, pour avoir celle du Pole, 202
6. Table des rumbs de la claire des gardes, 202
7. Trouver la Latitude par deux hauteurs du Soleil, & par le temps d'entre-deux, 208
8. Par deux hauteurs de la mesme estoile, & le temps d'entre-deux, 208
9. Trouver la Latitude par l'amplitude ortive du Soleil, ou des estoiles, 207
10. Trouver la Latitude par deux hauteurs du Soleil, ou d'une estoile, & la distance des Azimuts, 210
11. Trouver la Latitude par la hauteur de deux estoiles, 211
12. Trouver la latitude par deux estoiles qui se couchent en mesme temps, 211
13. Trouver la latitude par deux estoiles qui se levent, ou se couchent l'une aprés l'autre, 213
14. Trouver la Latitude par le temps qui est entre le Lever & le coucher d'une estoile, & le meridien d'une autre, 213
15. Trouver la Latitude par la difference des Amplitudes ortives, ou occases de deux estoiles, 214
16. Trouver la Latitude par la durée de l'arc diurne, ou nocturne, 215
17. Trouver la latitude par une aiguille aymantée, 216
18. Trouver la Latitude au Soleil à toute heure par une partie de Globe, 271
19. Trouver la Latitude au Soleil hors de midy par un horloge polaire, 272
20. Trouver la Latitude au Soleil hors de midy par un horloge meridien, 272
21. Trouver la Latitude au Soleil hors de midy, par un Astrolabe, & par deux observations, 274
Resoudre les problemes nautiques par la Table des Latitudes croissantes, 139. 140. 141. 142.

De la Longitude d'un pays, 50
L'importance du secret des Longitudes, 221
Plusieurs manieres inutiles d'observer la Longitude, 222
Observer la Longitude par des horloges à pendule, 223
Remarques sur les heures, pour observer la Longitude, 225
Changer les degrez de longitude en milles d'Est & Oüest, 534
Reduire les degrez de Longitude en mille d'Est & Oüest par une Table, 152
La nature des Lignes loxodromiques, 120
Un Vaisseau qui navige par un rumb oblique, décrit une Ligne spirale, ou loxodromique, 123
Aucune Loxodromie n'aboutit au Pole, 125
Explication des Tables Loxodromiques, 159.160

M.

DEs Masts, 7
Du Meridien, 41
Du premier Meridien, 52
Ceux qui sont sous le même Meridien, ont midy, & les autres heures en même temps; page 50
La difference des heures fait connoistre la distance des Meridiens, 51
Le Vaisseau qui navige Nord & Sud, décrit le Meridien, 122
Trouver le costé Mecodynamique, ou les Milles d'Est & Oüest, 130. 131
Reduire les Milles d'Est & Oüest en degrez & minutes de longitude, 134
Construction, & usage d'une Table pour reduire les Milles d'Est & Oüest en degrez de longitude, 150. 151
Reduire les Milles d'Est & Oüest en degrez de longitude par la Table du quatriéme rumb, 154
Longueur d'un Mille de soixante dans un degré de la terre, 186
La reduction des Milles d'Est & Oüest par un moyen parallele, n'est pas exacte, 145
Trouver un Moyen parallele geometrique, 146
Trouver un Moyen parallele arithmetique, 147

N.

DU Navire, & de ses dernieres especes, 1
Les parties du Navire, 5 & 6
Mesure & grandeur du Navire, 12 & 13
Proportions des Navires tirées des reglemens de sa Majesté, 14
Proportion ordinaire d'un Navire, 16. 17
Naviger contre le courant d'une riviere sans voiles, sans rames, & sans tirer le bateau, 30

P.

DE la Parallaxe, 83
Un Vaisseau qui navige Est & Oüest, décrit un Parallele, 125
La reduction des milles d'Est & Oüest par un moyen Parallele, n'est pas exacte, 145

S.

Les principes de la Sphere & de l'Astronomie, necessaires à la Navigation, 33
Distinction des deux mouvemens du Soleil, 37

T.

TAble pour corriger l'erreur de l'horison, & son usage, 82
Table de la refraction, 89
Table du changement de longitude en milles pour chaque rumb, 136
Explication des Tables loxodromiques, 159. 160
Usage des Tables loxodromiques, 161. 162
Usage de la Table des declinaisons du Soleil, 196. 197
Table des Amplitudes Ortives, à la fin, page 1. 2. 3. 4 5. 6.
Table des Latitudes croissantes, à la fin, page 7
Table de l'Inclination de l'Aymant, à la fin, page 7
Table des milles d'Est & Oüest, qui répondent aux degrez de longitude dans le quatriéme Rumb, à la fin, page 8. 9. 10. & 11
Table pour changer les degrez d'Est & Oüest en milles, à la fin page 12. 13. 14. 15. 16. 17. *Le titre est malmis en la page 16. & 17.*
Table pour reduire les milles d'Est & Oüest en degrez de longitude, à la fin page 20. 21. 22. & 23.
Tables Loxodromiques en milles terrestres avec la difference des longitudes & latitudes, à la fin page 24. jusqu'à la page 35.
Table de la Declinaison de l'Ecliptique, à la fin, page 36
Table de quelques estoiles pour le siecle prochain, à la fin, page 37
Signes de changement de temps, 269. Des Tempestes, 265
Temps propre pour diverses Navigations, 268
Divers Termes de Marine, 10. 11
Ce qu'on doit faire pendant les Tempestes, 27
Grandeur de la Terre, 186
Des Tropiques, 140
Table pour sçavoir de quelle Table de declinaison il se faut servir pendant cent trente années, à la fin, page 38
Huit Tables des declinaisons du Soleil pour chaque jour, à la fin, page 39. 40. 41. 42 43. 44. 45 46.

V.

DU Vent en general, 260
La cause des Vents, 261. 262
Plusieurs questions touchant les Vents, 263
Vent de costé quelquefois plus avantageux que le Vent d'arriere, 25
Combien de Vents peuvent servir pour tenir la mesme route, 5
Les Vents reglez par les saisons, 267
Voiles quarrées, latines, 5
Les Voiles font un levier pour faire pancher le Vaisseau, 24
Les Voiles ne font pas un levier pour faire courir le Navire, 25
Les Voiles plus hautes ont plus de force, 25
Le changement du Zenith & de l'horison, fait changer la hauteur du Pole, 49
Du Zodiaque, 39

FIN.